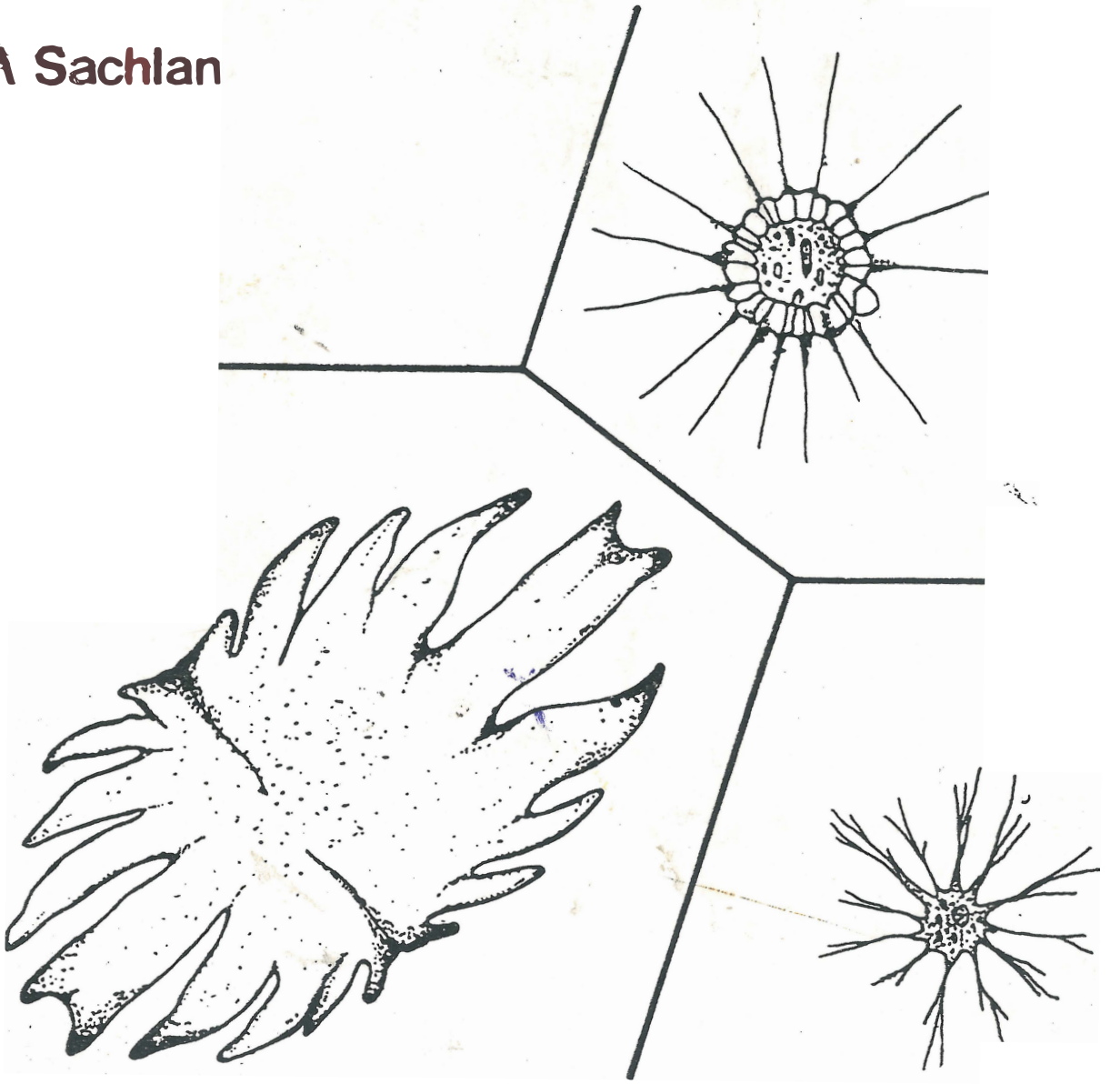
PLANKTONOLOGI

M Sachlan



FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
1982

KATA PENGANTAR

Diktat ini pernah diterbitkan oleh Correspondence Course Centre Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Pertanian RI, dengan edisi keempat (1974-1975) sebagai edisi penghabisan.

Guna memenuhi kebutuhan studi pada Fakultas-fakultas Perikanan dan Biologi di Indonesia, dirasakan perlu ada penerbitan lagi, lebih-lebih yang sesuai dengan perkembangan terakhir. Dengan demikian edisi kali ini ditampilkan dengan beberapa revisi, disamping satu pokok-baru pada bagian akhir: Kultur Plankton.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara Ir Abdul Ghafar Jhariri dan Ir Bambang Widyawtoro, atas bantuannya mengenai perubahan format, perbaikan kesalahan ketik, serta pemakaian bahasa dan istilah-istilah yang lebih baik.

Bogor, Mei 1982

M. SACHLAN

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN	1
TERMINOLOGI PLANKTON	2
FITOPLANKTON	5
SIFAT-SIFAT UMUM FITOPLANKTON	11
EFISIENSI FOTOSINTESIS DARI FITOPLANKTON	15
PENGUKURAN FOTOSINTESIS DAN GROSS-PRODUCTION PADA FITOPLANKTON	19
FITOPLANKTON YANG TIDAK MENGUNTUNGKAN UNTUK IKAN	24
Red-tide	24
Masalah Noctiluca	25
Masalah Microcystus, Botryococcus dan Euglena	26
FITOPLANKTON DI LAUT	30
PERANAN DETRITUS DI LAUT	34
FITOPLANKTON DI PERAIRAN TAWAR	36
PLANKTON DI TAMBAK	42
CARA-CARA PENGAMBILAN PLANKTON	44
JENIS-JENIS FITOPLANKTON DI INDONESIA	48
PLANKTON DARI CYANOPHYTA	51
PLANKTON DARI CHLOROPHYTA	55
PLANKTON DARI CHRYSOPHYTA	69
Fitoplankton dari Diatomae (Bacillariophycae)	69
Fitoplankton dari Xanthophycae	76
Fitoplankton dari Chrysophycae	77
PLANKTON DARI EUGLENOPHYTA	79
PLANKTON DARI PYRROPHYTA	84
ZOOPLANKTON	88
Terjadinya zooplankton	88
Jenis-jenis zooplankton	88
Jenis-jenis zooplankton dari Protozoa	89
Plankton dari Coelenterata	94
Plankton dari Ctenophora	94
Plankton dari Nematoda dan Chaetognatha	96
Plankton dari Annelida	97
PLANKTON DARI CRUSTACEA	99
PLANKTON DARI MOLLUSCA, ECHINODERMATA DAN CHORDATA	108
KULTUR PLANKTON	111
DAFTAR PUSTAKA	116
GAMBAR DAN NAMA PLANKTON	

PENDAHULUAN

Plankton tidak saja sangat penting bagi kehidupan ikan, langsung atau tidak langsung, akan tetapi penting pula bagi segala macam hewan yang hidup di dalam air, baik air tawar, payau atau laut. Dengan demikian pengetahuan mengenai hal ikhwal plankton (Planktonologi) merupakan mata-ajaran yang khas bagi sekolah-sekolah Perikanan, dari sekolah perikanan menengah sampai kepada fakultas-fakultasnya.

Tanpa plankton, teristimewa fitoplankton sebagai primary producers, tidak mungkin ada penghidupan hewan dalam laut, dari permukaan sampai ke dasarnya; Planktonologi karena itu merupakan dasar bagi pengetahuan Biologi-Perikanan, Limnologi dan Biologi Laut.

Dalam tulisan ini juga diuraikan tentang pengaruh plankton terhadap sifat-sifat kimiawi perairan, systematika Algae dan fauna yang merupakan plankton, serta evolusi pada kehidupan dalam perairan. Buku ini sekaligus dapat menjadi bacaan mengenai proses-proses biologi-dasar dalam air. Arti pentingnya dalam hubungan ini jelas, karena kurang lebih 70% dari permukaan bumi diliputi air; bumi kita ini satu-satunya planit dalam tatasurya yang merupakan 'planit-air'.

Oleh penulis atas dasar pengalaman diberikan contoh-contoh bermacam jenis fitoplankton maupun zooplankton yang sering terdapat di Indonesia, dan layak diketahui oleh siapa saja yang berkepentingan dengan Biologi-Perikanan atau Hidrobiologi pada umumnya.

Menambah produksi ikan mesti didahului dengan menambah plankton dalam perairannya, kecuali dalam hal 'runningwater-fisheries'. Ikan-ikan diberi makanan-awetan, ditambah dengan makanan-hidup (livingfood) berupa cacing-cacingan atau udang tingkat rendah (Entomostraca).

TERMINOLOGI PLANKTON

Dalam dunia perikanan, plankton dimaksudkan sebagai jasad-jasad renik yang melayang dalam air, tidak bergerak atau bergerak sedikit, dan selalu mengikuti arus.

Istilah 'plankton' pertama kali digunakan oleh Hensen pada tahun 1887; sudah tentu penyelidikan tentang plankton dapat dilakukan dengan sempurna hanya jika menggunakan mikroskop.

Satu specimen atau individu plankton disebut plankter. Dalam Biologi Laut, hewan-hewan yang agak besar (kasar) seperti larva udang-udangan atau specimen dari jenis-jenis udang-kecil (Mycidacae, Euphausiacae), jenis ubur-ubur kecil dan Mollusca kecil seperti ordo Pteropoda, juga dimasukkan dalam golongan plankton (makroplankton). Jenis-jenis dari Euphausiacae dan Pteropoda di Kutub Selatan, merupakan makanan langsung bagi beberapa macam ikan paus (Mamalia) terbesar di dunia. Jenis-jenis Euphausiacae yang terdapat di Teluk Jakarta dan Laut Jawa, pada umumnya di Kutub Selatan dapat mencapai panjang 2,5 cm; specimen-specimen yang ada di daerah dingin memang lebih besar daripada specimen-specimen daerah tropik, meskipun masih termasuk dalam satu genus.

Plankton yang berupa jasadjasad renik disebut mikroplankton, dan inilah yang sangat penting bagi ikan, langsung atau tidak langsung. Plankton terdiri dari fitoplankton dan zooplankton. Mikroplankton sendiri masih dapat dibagi lagi dalam netplankton dan nannoplankton. Netplankton adalah plankton yang dapat disaring dengan planktonnet no.25 (pertama kali dibuat oleh Muller), sedang nannoplankton tidak dapat tersaring (lolos) padanya dan ikut keluar bersama dengan air.

Planktonnet no.25 adalah saringan air yang terhalus, air masih dapat keluar dari lubang (mesh); jika mesh diperkecil lagi air tidak dapat keluar, dan alat ini tidak dapat disebut

saringan lagi; tekanan-air permukaan merupakan limiting-factor dalam hal ini. Dengan kata lain kita tidak dapat menyaring nannoplankton; pengumpulannya dilakukan dengan mengendapkan atau dengan centrifuge.

Luas mesh planktonnet no.25 kira-kira 60X60 mikron (1 mikron = 0,001 mm). Lebih kecil nomor planktonnet akan lebih besar mesh-nya. Misalnya dengan planktonnet no.8 (Muller-system), kita dapat menangkap zooplankton yang kasar, seperti larva-larva udang atau Rotatoria. Dahulu planktonnet dibuat dari sutera asli, tetapi sekarang dari benang nilon; jaringnya dibuat begitu rupa agar luas mesh tak dapat berubah lebih besar atau lebih kecil, meskipun planktonnet sudah lama dipakai.

Ada juga 'saringan' yang mesh-nya lebih kecil dari no.25, tetapi saringan ini tidak digunakan untuk menyaring air melainkan untuk mencetak gambar pada pakaian-pakaian dari tetoron; harganya ada yang lebih dari Rp 15.000,- tiap meter.

Penjualan dan pembuatan saringan plankton dipusatkan di Bern (Switzerland); di Jakarta ada juga cabangnya. Saringan yang dijual sebagian besar lebih halus dari saringan Muller no.25 dan digunakan untuk mencetak gambar-gambar pada pakaian halus. Saringan plankton no.25 di Jakarta dijual dengan harga Rp 15.000,- tiap meter.

Nannofitoplankton umumnya berjumlah lebih banyak daripada netplankton, dan merupakan makanan langsung bagi ikan-ikan yang baru menetas atau zooplankton. Di laut kira-kira 70% dari seluruh fitoplankton terdiri dari nannoplankton; inilah yang memungkinkan terjadinya zooplankton sebagai primary consumers di dunia.

Fitoplankton terdiri hanya dari Algae yang mikroskopik bentuknya. Semua fitoplankton yang selamanya hidup di dalam air sebagai plankton disebut holoplankton. Lain halnya de-

ngan zooplankton, yang terdiri dari holoplankton dan tempora ry-plankton atau meroplankton. Contoh holozooplankton ialah Rotatoria, Cladocera dan Copepoda; sedang meroplankton adalah larva dari segala macam udang atau hewan air lain yang pada waktu besarnya menjadi kepiting, lobster dan udang besar; tidak lagi hidup sebagai plankton. Adakalanya bagi ikan meroplankton dari udang-udangan lebih penting daripada holoplankton, jika terdapat banyak di suatu daerah dekat pantai yang landai atau muara sungai. Anehnya, udang di dunia ini digemari oleh makhluk lain: jika masih kecil sebagai plankton digemari oleh ikan, dan ketika besar disukai manusia. Semua macam larva udang-udangan, dari nauplius sampai juvenile sebagian besar akan mati sebagai plankton, dimakan oleh hewan-hewan air yang lebih besar; menurut perkiraan 90% dari meroplankton berasal dari udang-udangan mati sebagai plankton, dan hanya 5 sampai 10% yang dapat menjadi dewasa. Namun jika ratusan ribu telur udang-udang besar menetas dan semuanya menjadi dewasa, maka tidak akan ada keseimbangan biologik lagi: pantai-pantai dan muara-muara yang subur nanti penuh dengan udang-udang besar, yang pada masanya akan mati juga karena kekurangan makanan.

Sekarang larva-larva udang yang ekonomik sudah dapat di kultur dalam laboratorium. Pemberian makanan yang cukup,kualitatif maupun kuantitatif, dimaksudkan agar cepat tumbuh sampai stadium juvenile; sesudahnya udang dipelihara di tambak sampai ukuran konsumsi, sehingga dapat juga diekspor.Contohnya Penaeus monodon (udang windu), P. merguiensis (udang-putih) dan Macrobrachium rosenbergii (udang galah).

FITOPLANKTON

I. Terjadinya fitoplankton pertama di dunia.

Telah disebutkan bahwa semua jenis fitoplankton termasuk Algae, suatu subphyllum dari Thallophyta yang mempunyai klorofil. Algae tidak saja dapat hidup sebagai plankton, melainkan juga sebagai bentos (dasar perairan sebagai habitat), perifiton (menempel pada benda-benda lain), neuston (hidup di permukaan air) dan simbion (hidup bersama makhluk lain). Ia juga dapat hidup pada tanah-tanah basah (terrestrial) atau menempel pada batang pohon (arial).

Subphyllum lain dari Thallophyta ialah Fungi (cendawan); hidup sebagai konsumen (consumers) karena tidak lagi memiliki klorofil. Menurut Evolusi, Fungi berasal dari Algae; golongannya yang paling dekat dengan Algae ialah Phycomycetes, hidup di air tawar. Achlya dan Saprolegnia adalah genera cendawan air yang dapat menyerang kulit yang luka pada jenis Labyrinthici seperti gurami, tambakan dan sepat-siam.

Menurut Paleontologi dan Geologi, umur sisa-sisa Algae tertua sebagai fosil, jika dibandingkan dengan fosil-fosil jenis flora lain, disamping struktur anatominya juga paling sederhana; oleh karenanya dalam systematika nama Algae ditempatkan paling atas, dengan kata lain Algae hidup terdahulu di dunia, dan diperkirakan sebagai fitoplankton. Salah satu fosil tertua ialah Euzoon canadiensis, suatu alga-biru (Cyanophyta). Dalam tulisan ini akan selalu digunakan istilah alga (dari 'algae') dan bukan lagi 'ganggang'; istilah ini sudah dipergunakan secara internasional, yang artinya suatu jenis tetumbuhan yang termasuk golongan Algae. Jika seorang botanikus-asing membaca dalam laporan istilah 'ganggang-biru' ia tetap tidak akan mengerti apa ganggang itu artinya; tetapi jika yang dibacanya 'alga-biru', maka ia akan mengerti bahwa yang dimaksudkan dengan alga ialah Algae, meskipun ia tak mengerti artinya biru. Dalam kuliah-kuliah di

berbagai fakultas, penulis selalu menggunakan istilah alga. Di Jawa Barat, istilah ganggang diartikan sebagai tetumbuhan air, terutama Hydrilla verticillata Solms yang digemari oleh ikan-tawes (Puntius javanicus Blkr.). Suatu laboratorium yang meneliti tentang alga, diberi nama Alga-laboratorium (Jakarta).

Kira-kira 750 juta tahun lamanya sampai jaman permulaan Cambrium, alga sebagai plankton di laut merajai sendiri kehidupan di dunia; jaman ini disebut Algonkium, suatu nama yang jarang sekali dijumpai dalam buku-buku Botani, tidak seperti halnya dalam buku-buku Paleontologi dan Evolusi. Penentuan umur bebatuan tempat terdapat fosil alga tertua ini tidak dapat dilakukan dengan guidefossil, karena fosil semacam ini memang belum ada, melainkan dengan mencari dalam bebatuan tersebut atom-atom yang radioaktif sebagai sisa-sisa desintegrasi unsur uranium $_{92}U^{238}$, thorium $_{90}Th^{232}$ sampai atom-atom yang stabil $_{82}Pb^{206}$ (plumbum) dan $_{90}Th^{208}$ Diantara $_{92}U^{238}$ sampai $_{82}Pb^{206}$ terdapat kira-kira 10 macam atom yang radioaktif; waktu (time) radioaktif A sampai menjadi radioaktif B dapat diketahui melalui nuclearphysic-mathematics, dan dengan bantuan teknologi-tinggi dapat ditentukan umur fosil secara pasti. Fosil Euzoon canadiensis dengan cara ini didapatkan umurnya kira-kira 1,25 milyar tahun. Proses desintegrasi uranium sampai $_{82}Pb^{206}$ merupakan 'jam' jagat-raya yang tak diragukan lagi; halftime-period uranium adalah 4,25 milyar tahun. Hanya otak manusia yang dapat merubah inti uranium dengan dalil-dalil nuclearphysic sendiri, dan menjadikan uranium-biasa ($_{92}U^{238}$) menjadi $_{92}U^{235}$ atau plutonium; bahkan Plutonium-bom seperti kita kenal telah mampu menghancurkan Nagasaki dan Hiroshima.

Setelah fitoplankton, terjadilah zooplankton sebagai konsumen-primer (primary consumers) kira-kira 250 juta tahun sebelum Cambrium, dan berevolusi sampai permulaan jaman

Cambrium menjadi bermacam-macam Evertebrata seperti Echinodermata, Arthropoda dan Mollusca. Waktu permulaan Cam rium sampai sekarang berkisar 550 juta tahun. Cambrium adalah perioda pertama dari Palaeozoicum, sedang zaman pra-Palaeozoicum ketika Protophyta dan Protozoa terjadi disebut Protozoicum. Ikan pertama terjadi pada jaman Devon (Palaeozoicum).

Bahwa Protozoa terjadi dari Protophyta (Algae), dapat diketahui dengan terjadinya tipe-holozoik (holozoictype) dari Pyrrophyta (Dinoflagellata) dan Euglenophyta. Contoh untuk yang disebut pertama ialah Noctiluca. Biarpun Noctiluca secara defakto adalah Protozoa (zooflagellate), akan tetapi dalam systematika dimasukkan dalam Algae (flora, Pyrrophyta) karena lifehistory-nya seperti 'saudara-saudaranya' yang masih memiliki klorofil, yaitu holophytictype dari Pyrrophyta. Zoospora Noctiluca, bentuk anatominya seperti zoospora holophytictype dan Noctiluca dewasa, dan masih tetap memiliki 2 flagel. Dalam kuliah-kuliah Biologi-umum, biasanya Noctiluca dimasukkan tanpa komentar dalam Protozoa sejati. Tapi jika kita mau mempelajarinya dalam buku-buku Botani, bagian Algae (cryptogamic-flora), tidaklah demikian. Sebelum 1900, Ernest Haeckel menulis: Protozoa, Algae, Fungi dan Bacteria, termasuk dalam golongan Protista, makhluk-makhluk yang belum memiliki jaringan (tissue) sempurna; jadi bukan Protozoa atau Protophyta. Tetapi dalam systematika baru, istilah Protista tidak lagi dipakai; ahli-ahli Botani dan Zoologi meributkan lagi status makhluk-makhluk seperti Noctiluca, Euglena, dsb.

Bahwa Protozoa terjadi dari Protophyta, laboratorium telah lama membuktikannya. Jika Euglena fragilis, mempunyai klorofil, dipelihara dalam tempat yang gelap dan pada media ditambahkan gula, maka dalam tempo seminggu klorofilnya hilang; dengan kata lain E. fragilis menjadi Protozoa meski anatomik tetap. Protozoa ini tak akan mati jika pada media

terdapat cukup gula; tetapi jika diberi sinar lagi maka mun cullah lagi klorofil dan terjadi Protophyta bagai semula. Percobaan semacam ini pernah dilakukan selama kira-kira 25 tahun di tempat gelap. Semata-mata 25 tahun ini, faktor penentu pembuatan klorofil dalam suatu kromosom belum hilang atau rusak, dan masih mempunyai daya setelah 25 tahun inaktif. Mungkin kalau percobaan ini dilakukan selam ratusan tahun, akan ada perubahan yang bersifat tetap. Inilah salah satu prinsip Evolusi, yakni penyesuaian diri dalam lingkungan yang baru, asal diberi tempo yang lama. Barangkali pula holozoictype dari Euglenophyta yang terjadi evolutif,dahulu 'kesasar' dalam tempat-tempat gelap selama ribuan tahun dan mendapatkan makanan atau gula yang cukup.

Golongan Peranema merupakan contoh holozoictype yang hidup bental, tempat terdapat banyak organicmatter yang agak membusuk sedikit. Trypanosoma juga suatu zooflagellate yang dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia dan ternak ; karena tidak diketahui asalnya saja, maka tetap digolongkan dalam zooflagellate murni.

Manusia sekarang juga sudah mencoba mengadakan perubahan pada kromosom tetumbuhan-hias dengan cara radiasi dari isotop unsur-unsur, misalnya $_{60}Co$ (cobalt), dan dalam beberapa hal sudah berhasil.

Noctiluca yang hidup di pantai-pantai dapat bersinar, dan karena sudah menjadi zoodinoflagellate maka ia harus makan; yang dimakannya adalah Diatomae. Penulis memang pernah menyaksikan Diatomae dalam tubuh Noctiluca yang terdapat di Teluk Jakarta dekat Pasar Ikan.

II. Fitoplankton sebagai produsen-primer.

Fitoplankton hidup terdahulu di dunia, sehingga secara historik ia adalah produsen yang primer. Secara defakto juga demikian. Jika suatu ketika terjadi danau-baru (tipe blowhole di lereng-lereng Gunung Lamongan Jawa Timur), maka

yang terjadi pertama dalam tempat ini adalah fitoplankton, bukan pohon beringin yang juga suatu produsen. Ini bukan berarti alam membuat fitoplankton baru, akan tetapi spora-spora dari berbagai alga-hijau (Chlorophyta) atau alga-biru (Cyanophyta) dibawa oleh udara dari tempat lain, atau melalui sungai-sungai kecil yang bermuara di danau tersebut dan tumbuh disitu; dengan sendirinya akan tumbuh zooplankton, karena mendapat makanan yang cukup dan tepat.

Produsen (producers) berarti 'pembuat', dalam hal ini membuat organic-matter dari anorganic-matter (garam-garam dalam perairan) melalui fotosintesis, suatu proses fisikokimiawi dalam sel-hidup, dengan bantuan klorofil dan menggunakan air (H_2O), CO_2 dan sinar matahari dalam bentuk enerji-kinetik bergelombang 0,4-0,8 mikron. Resultan proses ini digambarkan dalam persamaan:

$$H_2O + CO_2 + \text{sinar} \xrightarrow{\text{klorofil}} \text{karbohidrat} + O_2$$

Masih sering terlihat rumus tersebut ditulis keliru dalam skripsi atau majalah-majalah ilmiah, yakni menempatkan perkataan 'sinar' dibawah panah, seolah-olah proses ini berjalan dengan bantuan sinar seperti klorofil yang berfungsi katalitik, padahal sinar ikut dalam reaksi dalam sel-hidup ini, dan digunakan untuk mengkaitkan molekul-molekul kecil seperti H_2O dan CO_2 menjadi molekul-molekul besar dalam bentuk karbohidrat seperti disakarida atau polisakarida.

Enerji-kinetik (enerji yang bergetar) dari sinar matahari dirubah menjadi enerji-potensial, yang disimpan dalam molekul-molekul besar, untuk pada saatnya dikeluarkan atau digunakan untuk proses-proses lain dalam sel, bila karbohidrat dibakar. Tampaknya biophysicochemical process seperti tertulis diatas sangat sederhana, padahal proses-prose yang sebenarnya terjadi dalam sel-hidup ini sangat kompleks; ini diketahui setelah berpuluh tahun mengadakan riset. Yang kita lihat dalam rumus diatas hanya resultannya; berbagai enzim

dan fosfor, ikut membentuk karbohidrat. Fitoplankton jika sudah ada, memang dapat hidup sendiri, artinya dapat hidup hanya dengan sinar matahari dan garam-garam yang diperlukan; jika garam-garam ini cukup maka fitoplankton berkembangbiak dengan cepat, dan menjadi makanan bagi zooplankton yang betul-betul hidup sebagai konsumen-primer, artinya konsumen yang hidup terdahulu dan makan langsung produsen-primer.

Konsumen terdiri dari semua fauna, termasuk manusia, dan cendawan; hidupnya di dunia ini tergantung pada produsen, primer atau bukan; akan tetapi dalam hubungan ini manusia dapat menambah jumlah produsen guna keperluan hidupnya, dengan jalan bertani di darat (padi) atau bertani di air, artinya menambah fitoplankton untuk menambah produksi ikan di kolam. Dalam tahun 0, jumlah manusia di dunia ada 0,5 milyar, sekarang hampir 4 milyar justeru karena manusia mendapatkan produsen melalui pertanian dan perikanan tersebut, disamping menerapkan Ilmu Kesehatan untuk menghindari kematian sebelum waktunya.

Produktivitas-primer suatu danau, dimaksudkan sebagai kemampuan danau tersebut membuat fitoplankton; ini sangat tergantung pada jumlah garam yang tetap, kualitatif maupun kuantitatif, dan faktor-faktor lain seperti sinar matahari dan temperatur. Berdasarkan faktor-faktor yang menentukan banyak dan sedikitnya fitoplankton, danau-danau dapat digolongkan menjadi eutroph, mesotroph dan oligotroph, yang masing-masing berarti subur, setengah subur dan tidak subur. Ilmu yang menyelidiki kesuburan danau dengan segala faktornya adalah Limnologi.

Sinar matahari sebagai enerji-kinetik, merupakan 'trigger' dalam roda kehidupan dunia; semua tenaga yang ada pada makhluk hidup berasal darinya. 180 gr glukosa dalam badan kita dibakar (pernafasan) menghasilkan 674.000 kalori, yang tidak saja dipakai mendapatkan 'panas' tetapi juag guna membentuk protein dengan bantuan enzim-enzim dan suhu yang relatif rendah, $\pm 37^{o}C$.

SIFAT-SIFAT UMUM FITOPLANKTON

Plankton yang sejati, seperti holoplankton sebagian besar merupakan jasad-jasad renik yang besarnya diantara 0,1mm sampai 1,5 mm. Plankter yang terkecil ialah Cocolith, hidup di laut dan belum lama diketemukan; jika mati mengendap akan tetapi karena dindingnya [illegible] dari zat kapur ($CaCO_3$), merupakan lapisan tebal pada dasar laut. Peribahasa "kecil-kecil lama-lama akan menjadi bukit" ialah peristiwa yang betul-betul terjadi dalam dunia plankton.
Masih banyak lagi macam-macam plankter yang dapat menjadi lapisan tebal pada dasar laut atau danau besar, seperti pada Diatomae (tanah diatomae).

Mikroplankton yang paling besar ialah Volvox, hidup di air tawar dan dapat dilihat tanpa alat pembesar (diantara 0,5 mm - 1,5 mm, termasuk Volvocales, alga hijau).

Plankton dapat bergerak sedikit dengan flagel (cilia), tidak mempunyai daya menentang arus, dan sifat yang "khas" ialah dapat melayang, karena aktip mengatur berat jenis pada badan (BJ) agar sama dengan BJ dari media hidupnya.
Pengaturan BJ ini ialah dengan cara bermacam-macam; dengan menambah atau mengurangi jumlah vacuole, zat lemak atau minyak yang merupakan makanan cadangan (food reserve); dengan memperpanjang atau memperpendek spina, chaeta dsb. Dalam musim panas di daerah subtropik, dimana viskositas air jadi berkurang (BJ menjadi kecil), maka agar plankton tetap dapat melayang spina atau chaetae menjadi lebih panjang.
Dalam musim dingin keadaan sebaliknya, viskositas air menjadi besar (BJ menjadi besar atau bertambah), dan untuk mengatasi agar plankter dapat tetap melayang, chaetae-chaetae menjadi lebih pendek.
Proses pemendekan dan pemanjangan chaetae tidak dapat terjadi pada chaetae yang sudah ada, melainkan terjadi pada

keturunannya, yang akan terjadi melalui zoospora, zygote dsb.

Proses perubahan spina-spina ini di daerah subtropik dapat dilihat pada Ceratium hirudinella, suatu dinoflagellate (Pyrrophyta) yang hidup kosmopolit di air tawar. Di daerah tropik seperti di Indonesia, penulis belum pernah melihat perubahan-perubahan pada Ceratium tersebut, biarpun yang terdapat di Situ Cigombong (Bogor Selatan) maupun yang terdapat di dataran tinggi Pangalengan (± 1.400 m) di Bandung Selatan.

Juga perubahan-perubahan yang ada pada Cladocera, misalnya pada genus Daphnia, di Eropa bentuk kepala berubah-ubah menurut musimnya. Di lautan bebas, dimana viskositas air lebih kecil daripada viskositas air tawar, chaetae-chaetae dari Diatomae menjadi sangat panjang dibandingkan dengan ukuran selnya sendiri, seperti dari genera Chaetoceros dan dari genera Bacteriastrum dan lain-lain agar dapat melayang, sedangkan Diatomae air tawar hampir semuanya tidak mempunyai chaetae. Berhubung bentuk Diatomae laut demikian maka jika dikumpulkan secara banyak dalam botol sample, kelihatannya seperti kapuk yang berwarna kuning coklat, karena banyak mengandung pigmen-pigmen karotin dan xantofil. Selain gerak yang aktif melalui silia atau flagel, plankter juga tertarik atau menghindari sinar matahari, jadi fototaksis positif atau negatif. Fitoplankter fototaksis positif sedangkan zooplankton semua adalah fototaksis negatif. Di danau- danau atau kolam-kolam, zooplankton berada sedikit dibawah permukaan air pada waktu malam, sedangkan waktu siang hari berada di bawah hampir pada dasar kolam atau di danau-danau berada lebih dalam pada waktu siang hari.

Jadi zooplankton mengadakan migrasi secara vertikal; dan jika kita hendak mengumpulkan zooplankton di air tawar sebanyak-banyaknya, maka harus mengambil waktu malam hari.

Fitoplankton sudah tentu terdapat hanya di daerah yang ada sinar matahari yang bergelombang antara 0,4-0,8 mikron, yakni sinar yang mata manusia dapat melihat. Serangga misal nya, dapat melihat sinar ultra-violet. Fitoplankton juga terdapat (masih) pada daerah batas antara euphotic dan disphotic-zone; di derah ini hasil-hasil asimilasi (fotosintesis) sama dengan desimilasi, dan garisnya disebut garis kompensasi (compensation line). Fitoplankton tidak lagi dapat hidup di bawah garis ini. Dalamnya garis kompensasi tergantung pada kekeruhan lapisan air diatasnya; di laut pada galibnya garis ini berada 100-150 m di bawah permukaan.

Sebaliknya dari yang disebutkan diatas, zooplankton seperti Foraminifera dan Radiolaria dapat hidup 6000-7000 m dibawah permukaan, asal saja tersedia cukup zat asam dan detritus.

Seluruh plankter dari golongan fitoplankton berwarna; sebagian berwarna hijau karena adanya macam-macam klorofil, klorofil-a sampai klorofil-d. Ternyata meskipun Algae adalah makhluk pertama, tetapi sudah memiliki pigmen-pigmen yang lengkap; banyak golongan Algae diberi nama atas dasar warnanya, seperti Chlorophyta, Cyanophyta dan Chrysophyta yang berturut-turut berarti alga-hijau, biru dan kuning. Sering warna suatu plankter berubah-ubah selama hidupnya, seperti pada Botryococcus braunii Kutz di Telaga Warna (sedikit dibawah Puncak Jawa Barat), yang warnanya dapat berganti-ganti dari hijau, kuning dan merah, karena pigmen-pigmen berganti-ganti dominan, akibat perubahan sinar, suhu dsb.

Beberapa species dari genera Peridinium, Ceratium, Pyrrocystis dan Noctiluca, semuanya dari phyllum Pyrrophyta atau Dinoflagellata, dapat bersinar di laut; ini disebut

sebagai bioluminescens atau phosphorescens .
Banyak juga macam-macam plankton yang mengeluarkan lendir (mucus) melalui pori-pori ; dengan lendir ini Oscillatoria (alga-biru), Diatomae, Desmidiacae dapat bergerak dan ber - kumpul jika ada substrat. Tetapi lendir ini juga sering menyebabkan tidak dapat dicernakannya plankton oleh ikan, seperti Microcytus airuginosa Kutz dan Botryococcus, malahan plankton ini masih hidup jika dikeluarkan dari anus (dubur). Seringkali suatu Diatomae (Cymbella sp) terdapat banyak sekali dan diliputi oleh gumpalan lendir putih yang terdapat diantara tumbuh-tumbuhan air (Hydrilla verticillata) ; ini pernah penulis lihat di Situ Leles atau Cangkuang dekat kota Garut dan di danau Tondano (Sulawesi Utara); di Garut gumpalan-gumpalan lendir putih ini yang ada diantara "gang-gang" diberi nama "Aprel". Sama halnya dengan beberapa genera dari Demidiacae, yang berbentuk uniseluler; jika dipencarkan dengan sengaja dalam 'petri disk' , maka esok harinya telah diketemukan saling mendekatii dan merupakan gumpalan; proses ini sangat membantu agar spesimen-spesimen dapat mengadakan konyugasi untuk membuat zygospora. Desmidiacae termasuk golongan Conjugatae ; dalam alam bebas, gumpalan dari beberapa genera Desmidiacae juga diketemukan dan merupakan suatu biocoenose dari genera Cosmarium, Straurastrum , Euastrum, Micraterias .

EFISIENSI FOTOSINTESIS DARI FITOPLANKTON

Efisiensi fotosintesis dari satu gram plankton lebih besar dari pada satu gram daun flora tingkat tinggi. Sebab-sebabnya mudah dimengerti dan juga telah dibuktikan dalam laboratorium :

a). Tiap sel dari satu gram plankton besarnya kira-kira sama dengan sel yang ada pada daun, tetapi jumlahnya lebih banyak, mudah langsung disinari dari segala jurusan, dan mudah sekali dapat berkembangbiak karena uniselluler dan hidup bebas dalam air.
Contoh : 1 sel Chlorella (diameter 2 a 3 u) dalam 24 jam dapat berkembangbiak sampai 10.000 sel dengan syarat-syarat yang maksimum.

b). Tiap sel pada daun, tidak langsung mendapat sinar karena terkurung dalam ''nervatur', dan jika berkembangbiak sukar pula karena nervatur harus membesar ; demikian pula pada tangkai-tangkai daun dan sebagainya.

Percobaan-percobaan telah lama dijalankan dalam laboratorium secara masal dengan menggunakan Chlorella pyrenoidosa, agar kemudian hari dapat lebih cepat membuat bahan makanan atas efisiensi fotosintesis dari fitoplankton ini. Maksimum produksi yang telah dicapai ialah 70 gram alga kering tiap hari per m^2, dan jika dihitung secara a-la Jagus menjadi 2500 kwintal alga tiap Ha tiap tahun. Produksi beras PB 5 hanya dapat mencapai 100 kwintal tiap Ha tiap tahun. Tetapi janganlah dilupakan untuk membuat 2.500 kwintal Chlorella, juga dibutuhkan pupuk yang tidak sedikit, dan lagi belum dikuasai teknik pengumpulan alga yang dihasilkan.
Strain Chlorella yang terbaik mengandung zat-zat yang dibutuhkan oleh manusia. Bagaimana juga 'light conversion efficiency' dari fitoplankton terbesar diantara jenis-jenis flora.

Pada waktu sekarang percobaan-percobaan telah dilakukan di USA, dengan Chlorella sebagai bahan makanan bagi astronout-astronout yang nanti mengadakan space-flight berbulan-bulan dan juga mengadakan perhitungan-perhitungan tentang zat asam yang dikeluarkan dalam fotosintesis guna pernafasannya.
Pada pokoknya percobaan-percobaan dimasudkan supaya ada biological equilibrium antara banyaknya manusia yang tertentu pada roket dengan Chlorella yang dipelihara dalam roket.
Dalam percobaan-percobaan ini diperhitungkan kotoran-kotoran dan urine dari astronout-astronout ini, dan digunakan sebagai mineral-mineral untuk makanan Chlorella. Sudah tentu masih banyak hal yang harus diselidiki, guna mencapai kesetimbangan biologik antara satu astronout dengan banyaknya alga yang dipelihara. Juga di USA telah diadakan usaha-usaha agar pada 'sewage pond' segala macam kotoran organik dari kota-kota besar dikumpulkan untuk mengembangkan fitoplankton; kemudian fitoplankton ini dikumpulkan sebagai makanan tambahan ternak, bahkan jikalau perlu untuk manusia juga. Menurut data yang telah ada dan dikumpulkan di USA, kotoran-kotoran dari kota yang berpenduduk 100.000 orang telah dapat menghasilkan 10 ton alga kering tiap hari.
Inilah suatu proses tranformasi yang sangat menguntungkan ; dan lagi fotosintesa waktu siang, yang dapat menghasilkan O_2 dapat mempercepat proses pembusukan ; proses ini juga dinamakan 'biological-self purification'. Sebetulnya sewage pond seperti di atas ini, juga ada di Bojong Loa di kota Bandung bagian Selatan ; kotoran dari kota Bandung ditampung di kolam-kolam dan ditebari ikan Mujair dan ikan Mas.
Warna kolam ini selalu hijau biru, teristimewa dalam musim kering, karena terdapat Bloom alga biru. Akan tetapi di kolam kolam Bojong Loa, biological-self purification ini tidak pernah selesai, karena sewage selalu masuk terus-menerus dan pintu airpun tidak ada.

Pada waktu malam kadar zat asam pada jam 18.30 sudah tidak ada karena zat asam ini digunakan untuk proses pembusukan. Ikan Mujair dan ikan Mas, mulai jam 18.30 sudah naik ke atas, untuk dapat bernafas dengan mencampur udara yang mengandung 20 o/o zat asam dengan air kolam dan kemudian dialirkan melalui insang.

Pada jam 18.30 ini sudah tidak ada biological-equilibrium lagi, karena zat asam sudah habis. Hanya ikan Mujair dan ikan Mas yang dapat dipelihara dalam kolam semacam ini .

Pada pagi hari jam 06.30, warna air kolam agak jernih, karena sebagian dari fitoplankton mati atau 'sakit' karena semalam suntuk tidak mendapat O_2 lagi, dan tidak dapat mempertahankan BJ selnya sama dengan BJ air kolam.

Pada siang hari jam 14.00 - 15.00, kadar zat asam maksimum mencapai 9 a 10 mg per liter. Kolam-kolam seperti ini dapat menghasilkan 6.000 a 7.000 kg ikan Mujair tiap tahun tiap Ha. Tiap 2 a 3 bulan sekali, ikan-ikan yang sudah cukup besar di tangkap dan yang kecil-kecil ditinggalkan. Ikan-ikan besar tidak hanya makan fitoplankton tetapi zooplankton yang terdapat banyak sekali dalam kolam-kolam semacam ini dan terdiri sebagian besar dari Cyclops dan Cladocera, dan benthal-fauna berupa cacing-cacing, Chironomidae dan sebagainya.

Penulis selalu menggunakan kolam-kolam di Bojong Loa ini sebagai obyek untuk mahasiswa-mahasiswa dari Fakultas . . . - Perikanan dan Biologi, sebagai contoh dari kolam-kolam ikan yang tidak mempunyai keseimbangan biologi lagi, dan juga sebagai suatu tempat dimana selalu terdapat blooming fitoplankton.

Produksi ikan lebih efektif lagi bila kolam-kolam ini diberi air jernih sampai ada keseimbangan biologi yang tepat. Sesungguhnya di daerah Bojong Loa ini terdapat air bersih guna keperluan tersebut.

Dalam pertengahan tahun 1970 pernah datang ahli-ahli dari Jerman untuk mengadakan joint-project dalam hal kultur fitoplankton dalam bak-bak beton yang dilapisi plastik. Di Jerman Barat pemeliharaan fitoplankton hanya dapat dilakukan selama 8 bulan, karena adanya 4 bulan musim dingin (es), sedangkan di Indonesia kultur dapat diselenggarakan setahun penuh.

Maksud proyek tersebut ialah untuk mencarikan tambahan makanan bagi ternak ; mengapa proyek tersebut tidak jadi dilaksanakan, kita tidak mengetahuinya, mungkin karena di Bogor terdapat banyak hujan yang dapat mengacaukan pemeliharaan alga tersebut. Tetapi terbukti proyek kultur fitoplankton ini dilaksanakan di daerah sekitar Bangkok ; hal ini kami sayangkan, karena kami tidak mendapat pengalaman tentang kultur plankton dalam kolam. Mudah-mudahan Indonesia nanti dapat mendirikan dan melaksanakan pekerjaan seperti ini sendiri, dan mendirikan laboratorium guna mengembangkan pengetahuan mengenai kultur alga, seperti di negara-negara Barat.

PENGUKURAN FOTOSINTESIS DAN GROSS-PRODUCTION PADA FITOPLANKTON

Di jaman teknologi moderen ini, penentuan banyaknya fitoplankton sebagai produsen-primer, tidak lagi dengan pengambilan fitoplanktonnya sendiri, melainkan dengan mengukur fotosintesisnya saja pada siang hari. Proses fotosintesis menggunakan CO_2 untuk membuat karbohidrat, maka kita menggunakan isotop karbon yang radioaktif, dapat mengeluarkan sinar-beta atau elektron. Isotop karbon ini adalah $_6C^{14}$, atau lebih terkenal dengan nama carbon-fourteen, yakni karbon yang memiliki massa 14, terdiri dari 6 proton dan 8 neutron (karbon biasa, yang stabil dan tidak radioaktif, bermassa 12, terdiri dari 6 proton dan 6 neutron). Karbon yang intinya memiliki massa 14 tidak stabil, dan mengeluarkan elektron dari intinya; 1 neutron mengeluarkan 1 elektron. Dengan demikian neutron menjadi proton; massa atom tetap 1 4 tapi proton menjadi 7. Dengan begitu atom karbon menjadi atom nitrogenium $_7N^{14}$, yang intinya terdiri dari 7 proton dan 7 neutron.

Jika fitoplankton mengadakan fotosintesis dengan $_6C^{14}$, maka karbohidrat yang terbentuk dalam sel plankter juga radioaktif, dan banyaknya elektron yang dikeluarkan dari karbohidrat dapat ditentukan jumlahnya. Banyak fitoplankton berarti banyak terjadi fotosintesis dan banyak elektron dikeluarkan dari karbohidrat yang terjadi. Jumlah elektron di tentukan dengan detektor dan skaler. Detektor pada prinsipnya sama dengan geiger-counter yang sensitif terhadap adanya elektron, sedang skaler adalah alat untuk menentukan sekaligus mencatat jumlah elektron, yang dapat dibaca pada skala.

Cara pengukuran fotosintesis pada fitoplankton selama waktu tertentu lebih teliti daripada mengumpulkan fitoplankton sendiri, apalagi pada yang terakhir ini biasanya tercampur zooplankton.

Akan tetapi metoda ini tidak begitu tepat untuk keperluan perikanan, karena tidak dapat diketahui macam plankton apa yang berfotosintesis. Banyak macam fitoplankton yang tidak dapat dicernakan ; bahkan ada macam-macam fitoplankton yang merupakan racun bagi ikan-ikan.

Disini metoda ini tidak akan diuraikan secara terperinci sebagaimana teknik menjalankannya, karena hal ini merupakan teknik tersendiri. Yang digunakan ialah bukan zat asam arang yang radioaktip seperti 6 $C^{14}O_2$, melainkan $NaHC^{14}O_3$ yang larut dalam air, dimana nanti dalam proses fotosintesis dengan secara sendirinya $C^{14}O_2$ terpisah.

Dalam waktu yang bersamaan kita dapat mengambil contoh plankton dengan botol-botol tertentu dari berbagai lapisan air.

Setelah itu masing-masing diberi larutan carbon fourteen, dan dikembalikan lagi, masing-masing plankton dari tiap-tiap botol disaring dengan menggunakan kertas filter. Pada kertas filter inilah kemudian ditentukan banyaknya radiasi.

Dengan metoda seperti ini maka dengan cepat kapasitas fotosintesis dari plankton dan berbagai lapisan dapat ditentukan dan hasilnya diperbandingkan dengan keadaan perairan lain.

Metoda ini memang bukan metoda absolut, seperti halnya mengambil fitoplanktonnya sendiri, volumenya diukur, dan macam - macam plankton dihitung tiap liter dan sebagainya. Tetapi dalam Limnologi metoda ini baik sekali untuk cepat mengetahui lapisan air mana yang tidak mengandung fitoplankton, dan lapisan mana yang kandungannya terbanyak menurut perbandingan. Dengan menggunakan metoda carbon-fourteen ini juga diperbandingkan kesuburan Lautan Hindia dengan Lautan disekitar Hawai. Hasilnya ialah bahwa Lautan Hindia 5 kali lebih subur daripada Lautan di sekitar Hawai, tanpa mengetahui satupun macam fitoplankter ; ini tidak mengherankan karena di selat-selat seperti Selat Malaya bermuara kali-kali besar yang menyuburkan laut, dengan organic-matter dan mineral-mineral dari pedalaman Sumatera dan Malaya.

Bukti kesuburan Selat Malaya ditunjukkan dengan terdapatnya banyak ikan yang ditangkap sepanjang Selat Malaya ; selanjutnya ikan-ikan ini dipusatkan penjualannya di Bagan Siapi-api, salah satu landing-place ikan yang terbesar di Asia Tenggara.

Memang teoritis penentuan adanya fitoplankton dengan metoda carbon fourteen ini sangat teliti ; biarpun hanya terdapat 1 plankter per liter, jika plankter ini mengadakan fotosintesis dan dapat disaring pada kertas filter (dalam praktelnya hampir tidak mungkin), akan tetapi karena mengandung karbohidrat radioaktif dapat diketahui dengan detektor (geiger-counter). Sifat geiger-counter yang sangat sensitif dapat mengetahui adanya elektron-elektron, biarpun sedikit jumlahnya ; biar 1 elektron pun yang keluar dari karbohidrat dapat diketahui.

Juga metoda carbon-fourteen ini dapat digunakan untuk mengetahui plankter mana dari ribuan macam fitoplankton, yang kapasitas fotosintesisnya besar atau kecil ; tidak semua species dari satu genus Chlorophyta misalnya, mempunyai intensitas fotosintesis yang sama, dimana hal ini berhubungan dengan efisiensi fotosintesis dari tiap plankter. Seperti diketahui isotop karbon ini, dibuat secara artifisial pada uranium reactor. Akan tetapi harus diketahui bahwa secara alamiah ada juga carbon-fourteen yang terjadi di atmosfer dibagian teratas, dimana atom karbon biasa dibombardir oleh sinar kosmik ; lagi pula hampir tiap makhluk mempunyai carbon fourteen dalam badannya. Tiap pohon , tiap tulang beradiasi elektron yang berasal dari C^{14} yang ada di dalam bekas tubuhnya. Menurut ilmu Paleontologi Modern, tiap fosil kayu atau tulang yang diketemukan dan belum ada 5.000 tahun umurnya dapat ditentukan dengan radiasinya ; jika lebih dari 5.000 tahun umur fosil ini sudah sangat sukar ditentukannya, mengingat bahwa half-time period dari C^{14} ialah kira-kira 5.500 tahun.

Half-time period berarti berapa lama waktu yang dibutuhkan agar 1 gram bahan radioaktif menjadi 0,5 gram ; seperti diketahui half-time period Uranium ^{238} ialah 4,5 milyard tahun.

Gross production dari fitoplankton di suatu perairan per unit waktu ialah perbedaan hasil-hasil materi waktu berfotosintesis dikurangi dengan materi yang hilang waktu pernafasan atau desimilasi. Tiap makhluk selalu bernafas, siang maupun malam ; begitu pula fitoplankton, akan tetapi waktu siang hari plankton ini berfotosintesis yang berarti membuat materi organik. Perbedaan materi ini, yang dibuat waktu siang diambil dengan materi yang hilang waktu desimilasi siang dan malam, diberi nama gross production. Besarnya tergantung ke pada kualitas species plankton, kesuburan air, temperatur dan sebagainya.

Karena fotosintesis mengeluarkan O_2, sedangkan bernafas atau desimilasi membutuhkan O_2, maka menentukan gross production dari suatu populasi plankton di suatu perairan tiap 24 jam ialah dengan cara menghitung perbedaan banyaknya O_2 yang dihasilkan waktu siang hari, dikurangi dengan kebutuhan O_2 yang digunakan untuk pernafasan selama 24 jam, dengan metoda Winkler.

Biasanya penentuan gross-production disuatu lapisan air di danau, dilakukan seperti berikut :

Ambilah 2 botol air-plankton berasal dari kedalaman 2 m. Yang satu botol kemudian dicat hitam agar sinar tidak dapat masuk, sedangkan 1 botol lain dibersihkan agar sinar dapat leluasa masuk ke botol. Sebelumnya air-plankton pada ke 2 botol itu dibersihkan dari zooplankton yang ada dengan menggunakan plankton-net, sehingga zooplankton dapat tertahan. Kemudian 2 botol itu ditenggelamkan lagi pada 2 m di bawah permukaan selama 24 jam. Kadar O_2 dalam 2 botol tersebut di tentukan dengan metode Winkler, kemudian dihitung perbedaannya

lebih besar perbedaan tersebut, lebih besar gross production nya.

Metoda ini juga tidak absolut karena hanya merupakan metoda perbandingan. Metoda yang absolut ialah menimbang plankton yang ada dalam 2 botol tersebut, yang agak sukar dijalankan bila massa fitoplankton sedikit jumlahnya.

Juga ada istilah standing crop, yang diartikan sebagai sisa fitoplankton dalam unit volume, sesudah dimakan segala macam konsumen seperti ikan dan zooplankton, juga dikurangi dengan plankton yang mati atau hanyut.

Perlu diketahui bahwa fitoplankton di aquarium atau kolam, tidak akan habis total karena dimakan oleh segala macam konsumen saja ; diulangi lagi, fitoplankton di laut hanya $\frac{1}{1.000}$ seluruh plankton yang menjadi daging ikan.

Perlu diketahui juga bahwa ada salah satu formula teoritik yang memberi pandangan tentang perubahan-perubahan standing-crop per unit waktu, yakni $\frac{d.p}{d\ t} = Pt\ (Ph - R - G)$

dimana : Pt = berarti banyaknya fitoplankton pada waktu tertentu (t).

Ph = fotosintesis rata-rata dalam waktu t.

R = desimilasi rata-rata dalam waktu t.

G = rata-rata kematian fitoplankton.

FITOPLANKTON YANG TIDAK MENGUNTUNGKAN UNTUK IKAN - IKAN

I. Red - tide

Tidak semua produsen-primer menguntungkan untuk penghidupan ikan; misalnya bila timbul red-tide, suatu kejadian di mana permukaan laut agak berwarna merah karena adanya blooming dari genera: Gymnodinium brevis, G. sanguineus dan Gonyaulax xantenella, semuanya termasuk phyllum Pyrrophyta atau Dinoflagellata.

Pada waktu terjadi red-tide ini, banyak ikan mati karena makan fitoplankton tersebut yang beracun, teristimewa di pantai Florida dan Peru; juga kadang-kadang terdapat red-tide di pantai-pantai California dan Jepang.

Red-tide di Florida dan di pantai Peru terjadi kira-kira 5 tahun sekali dimana air laut mengandung agak banyak nitrat dan fosfat. Jutaan ikan terdapat mati terapung-apung di pantai Florida dan bila sedang membusuk mengotori pantai-pantai di Florida, dimana terdapat hotel-hotel, sehingga berakibat hotel-hotel itu harus ditutup. Jika red-tide ini terjadi, tidak hanya nelayan-nelayan yang dirugikan, melainkan juga turis di pantai-pantai Florida.

Bivalye (Oyster), jika makan specimen-specimen Gonyaulax tidak mati, akan tetapi bila tiram ini dimakan oleh manusia, maka orang-orang tersebut menjadi sakit karena keracunan; tiram sendiri tidak sakit karena makan plankton ini. Banyak laboratorium di sekitar Teluk Mexico menyelidiki penghidupan 3 genera tersebut, terutama perkembangbiakannya. Juga diusahakan membunuh plankter dengan segala macam pestisida; akan tetapi cara pembunuhan 3 genera ini tidak dapat dipraktekkan dalam laut, karena menurut perhitungan harus menggunakan banyak sekali pestisida; misalnya dengan $CuSO_4$ yang terkenal sebagai algaecide.

Waktu laboratoria ini, yang sebagian besar milik swasta atau Universitas, hendak mencoba membunuh 3 genera ini dengan $CuSO_4$ di Teluk Mexico dekat pantai Florida, dilarang oleh Pemerintah pusat di Washington, karena $CuSO_4$ ini juga merupakan racun untuk makhluk-makhluk lain di laut.

Jika terjadi red-tide di perairan dekat pantai Peru, maka terjadilah bencana alam yang lebih besar dari pada di Florida. Jutaan ikan sardensis menjadi korban dan terapung-apung di laut. Jika burung-burung guano, yang terdapat banyak di daerah-daerah dekat pantai makan sardensis yang terapung - apung ini, maka mereka akan mati. Matinya banyak burung guano ini juga akan merugikan negara Peru karena burung-burung ini merupakan penghasil pupuk fosfat alami,

Menurut ahli-ahli Oseanografi, red-tide di Peru terjadi bila arus laut berasal dari Kutub Selatan, yang membawa banyak mineral 'bertubrukan' dengan arus laut panas dari Barat. Sesudah terjadi bencana alam, terhadap burung-burung guano, yang banyak menghasilkan devisa, selalu diambil tindakan-tindakan oleh pemerintah agar burung-burung yang masih hidup, lekas pulih kembali berkembang biak sebagaimana mestinya.

II. Masalah Noctiluca

Blooming dari genus Noctiluca ini, yang merupakan salah satu holozoic-type dari phyllum Pyrrophyta (Dinoflagellata), merupakan food competitor bagi ikan. Genus Noctiluca yang kosmopolit terdiri hanya dari 1 species, yakni milliaris. Noctiluca yang sudah menjadi zooflagellate, makan Diatomae, suatu produsen-primer yang terpenting; maka dimana terdapat Noctiluca banyaknya ikan menjadi berkurang, karena diatomaenya 'habis' dimakan Noctiluca. Dan kebetulan pula Noctiluca ini tidak digemari oleh anak-anak ikan, makrozooplankton. Mikrozooplankton tidak makan Noctiluca, karena bentuknya seperti bola-bola dengan diameter 1 - 1,5 mm, dan dapat dilihat dengan mata. Noctiluca juga sering terdapat di Tambak yang salinitas airnya sama dengan salinitas laut yang ada di pantai.

Noctiluca terdapat di pantai-pantai tropik yang subur di seluruh dunia dan terkenal karena dapat bersinar (phosphorescens) dan terlihat waktu malam hari, bila Noctiluca ini bersinggungan dengan udara. Keistimewaan Noctiluca ini selain mematikan (merugikan) ikan, juga sebagai food-competitor dan dapat bersinar, mempunyai simbion dalam tubuhnya, berupa alga-hijau (Cryptophyceae) dan diberi nama zooxanthellae. Simbion Algae, yang hidup dalam hewan air tawar diberi nama zoochlorella, biarpun nama ini tidak cocok lagi, karena simbion seringkali bukan Chlorella tetapi alga lain. Seringkali laut dekat Pasar Ikan Jakarta, yang sudah tidak mengandung lumpur lagi dari pantai, berwarna hijau biru dan ini disebabkan banyaknya zooxanthellae yang ada dalam tubuh Noctiluca, yang pada waktu itu sedang dalam keadaan blooming. Laut di pantai yang berwarna hijau-biru, yang disebabkan oleh simbion dari Noctiluca sudah dikenal di seluruh dunia. Menurut pengalaman penulis di pantai-pantai Teluk Jakarta selalu ada Noctiluca, biarpun blooming yang mempunyai simbion tersebut tidak mewarnai air laut; apa sebabnya belum diketahui. Juga di Pantai Jepara sering terdapat Noctiluca. Bila ada blooming Noctiluca berarti perairan pada waktu itu subur, tetapi dihindari oleh ikan-ikan, karena Diatomae 'habis' dimakan oleh 'hama' atau oleh 'pest' ini.

III. Masalah Microcystus aeruginosa Kutz, Botryococcus braunii Kutz dan Euglena spp.

Di perairan tawar di seluruh dunia, ada pula suatu jenis Alga biru: Microcystus airuginosa Kutz (ordo Chroococcales, phyllum Cyanophyta) yang membahayakan penghidupan ikan dan ternak, apabila terjadi blooming dari jenis ini, bersamaan dengan adanya proses pembusukan.

Pada waduk-waduk besar atau kolam di USA dan Afrika, sering terjadi kematian ikan, bila ada 'blooming' dan pembusukan dari jenis alga-biru ini. Di Pulau Jawa, menurut pengetahuan penulis, jenis alga-biru ini belum begitu berbahaya seperti

halnya di 2 benua itu. Sampai saat ini belum ada laporan terjadi banyak kematian ikan atau ternak, pada perairan dalam keadaan tersebut diatas.

Di Jawa yang sering terjadi blooming dari alga ini ialah di-danau-danau kecil di Gunung Kidul dan di Situ Ciburuj; kedua perairan terletak di sekitar pegunungan kapur. Pada akhir-akhir ini di waduk Pluit yang letaknya di Jakarta Utara, dimana segala macam polusi (sewage & industrial) ditampung, juga terjadi 'blooming' di beberapa tempat dari jenis alga ini. Memang sering terjadi banyak kematian ikan, pada pagi hari sebelum matahari terbit; tetapi ini terbukti, sebagian besar disebabkan kekurangan zat asam, berhubung dengan pembusukan dan juga mungkin keracunan oleh bahan-bahan yang terurai dari jenis-jenis yang membusuk.

Kembali kepada Microcystus ini, secara umum sifatnya ialah sebagai berikut:

1. Melayang tepat di bawah permukaan air dan memberi warna biru-hijau (blue-green) pada perairan.
2. Jenis ini merupakan koloni dari sel-sel yang amat kecil (1 - 2 mikron) dan diliputi oleh lendir tebal, dan jenis ini oleh karenanya merupakan net-plankton.
3. Bila mati terapung-apung, mudah melekat seperti cat pada benda-benda lain; mempunyai bau yang tidak enek, mungkin disebabkan lendirnya yang membusuk.
4. Jenis ini tidak dicernakan oleh ikan yang menelannya bahkan specimen-specimen yang keluar dari duburnya masih tetap hidup.
5. Jika ada blooming dari jenis ini, tidak terdapat alga lain dan bila ada, biasanya dalam jumlah yang sedikit; sedangkan zooplankton diketemukan dalam jumlah yang banyak (di danau Klakah, Gunung Kidul dan Situ Ciburuj).
6. Sangat minded Ca, pH tinggi; menurut literatur, diluar negeri bila terjadi blooming, ini menandakan

bahwa dalam air terdapat banyak fosfat dan nitrat.

7. Telah dibuktikan bahwa Microcystus yang ada di USA, mengandung antibiotika terhadap Staphylococcus, penyebab bisul-bisul pada manusia.

Jenis alga-biru ini yang terdapat di Pulau Jawa, belum tentu identik dengan jenis yang terdapat di USA dan Afrika. Di seluruh dunia terdapat 15 species dari genus ini. Mengenai jenis yang terdapat di Pulau Jawa, mungkin perbedaannya hanya fisiologik saja. Demikian pula sukar untuk identifikasi genus ini sampai species-speciesnya, kemungkinan saja jenis yang diketemukan di Jawa merupakan sub-species, varietas , sub-varietas dan sebagainya, dari species yang ada di USA dan Afrika.

Pada akhir-akhir ini juga sering terlihat agak banyak Microcystus di Jatiluhur, walaupun belum ada tanda-tanda merugikan ikan di Jatiluhur. Kemungkinan terjadinya 'blooming' jenis alga ini, dikemudian hari, di waduk ini tetap ada, terutama bila penduduk sekitar Jatiluhur meningkat (merupakan sumber fosfat dan nitrat). Kandungan kapur yang cukup juga berperan dalam hal ini, mengingat bahwa Citarum mengalir melalui pegunungan kapur di sebelah Barat dataran kota Bandung, sehingga proses 'blooming' alga ini mungkin dipercepat.

Botryococcus braunii Kutz, dari classis Chrysophyceae, phyllum Chrysophyta, juga merupakan koloni (lihat Gambar) , besar dan kosmopolit, dan di Pulau Jawa hampir selalu terdapat bersamaan dengan Microcystus, misalnya di Ciburuj, Telagawarna, di danau-danau di Jawa Barat yang ada dataran tinggi seperti di Pengalengan (± 1450 m).
Juga specimen ini diliputi oleh lendir yang tebal, tidak dicernakan oleh ikan, dan masih hidup pula jika keluar dari dubur. Jenis Botryococcus hanya mempunyai satu species.
Di kolam-kolam di Israel terdapat jenis (genus) dari Prymnesium parvum (Chrysophycae) yang juga dapat meracuni

ikan sampai mati. Mungkin sekali Prymnesium juga ada di kolam-kolam di Indonesia, tetapi tidak beracun. Juga jenis - jenis Euglena: E. sangunius, E. haematodes, E. viridis dsb. yang selalu merupakan cyste pada permukaan air, dan mewarnai air kolam: merah dan kuning, bila terdapat banyak pada permukaan air, hingga dapat merugikan pula penghidupan ikan-ikan di kolam.

Jika ada angin yang selama beberapa hari meniup ke suatu arah, neuston ini bisa bertumpuk-tumpuk pada suatu pinggiran kolam, hingga membusuk dan mengakibatkan defisiensi O_2 pada pagi hari dan dapat mematikan ikan-ikan kecil.

Blooming Euglena spp. hanya terdapat di perairan yang mengandung banyak organic-matter dan beberapa macam asam amino, seperti di kolam-kolam di Jawa Barat, teristimewa di sekitar bandung, Garut, Tasikmalaya dan Cianjur. Tetapi akhirnya pembusukan Euglena spp. yang mengendap di dasar, dapat menyuburkannya dan kemudian dimanfaatkan oleh benthal-fauna dan flora, yang dapat dimakan ikan mas dan bottom-feeders (pemakan benthos) lain. Euglena sepengetahuan penulis juga tidak digemari oleh ikan yang dipelihara. Inilah beberapa contoh genera dari fitoplankton di Indonesia, yang tidak menguntungkan bagi ikan-ikan di laut maupun di air tawar.

FITOPLANKTON DI LAUT

. Banyaknya fitoplankton dan akibat-akibatnya.

Fitoplankton yang ada di laut dapat digolongkan hanya dalam 3 phylla flora, berturut-turut menurut pentingnya dan banyaknya:

1. Chrysophyta (alga kuning-coklat).
2. Pyrrophyta dan
3. Cyanophyta; dan ada juga yang termasuk Chlorophyta (alga hijau) tetapi ini tidak banyak.

Fitoplankton yang terpenting ialah Diatomae, suatu classis dari Chrysophyta, yang dimakan langsung oleh ikan - ikan yang ekonomis berharga. Menurut perhitungan para ahli, dinyatakan bahwa kapasitas fotosintesis dari semua fitoplankton yang ada di laut lebih besar, dari pada seluruh flora yang ada di daratan, dan ini memang masuk akal; alasan alasannya adalah sebagai berikut:

a). Luas permukaan laut ada 70%, sedangkan luas daratan hanya 30%.

b). Fitoplankton dapat hidup sampai ± 100 m dibawah permukaan laut, sedangkan rata-rata tinggi pohon di daratan ialah ± 20 m (setinggi pohon kelapa). Dilihat dari faktor-faktor a dan b, volume ruang penghidupan fitoplankton di laut dan pohon-pohon serta rumput di daratan = (70 x 100) : (30 x 20) = 7.000 : 600 = 70 : 6 = 35 : 2 atau=17ix lebih besar.

c). Soal kepadatan klorofil di daratan agak menyolok perbedaannya dengan kepadatan klorofil di lautan. Di daratan terdapat banyak gurun pasir dan kota-kota besar yang sama sekali tidak ada tumbuh-tumbuhan, sedangkan di daratan 'rumput-rumputan', semak-semak (savana) tingginya flora semacam ini tidak lebih dari 3 m; jadi ruangan di atas daratan semacam ini antara 3 m dan 20 m kosong sama sekali.

Memang jika terdapat hutan-hutan lebat, mungkin kepadatan klorofil lebih besar dari pada bagian-bagian laut yang subur, misalnya di muara sungai; tetapi hutan-hutan lebat ini sudah tidak terdapat banyak lagi di dunia ini, sehingga di lautan, bagian-bagian yang dekat pantai (neritic-zone) atau di muka sungai besar seperti Amazone, Mississippi, Hwang Ho dan sebagainya, terdapat kepadatan fitoplankton yang diperkirakan lebih dari hutan lebat.

Sedangkan di lautan bebas, di bawah permukaan laut sampai 10 m, selalu masih terdapat cukup banyak fitoplankton, dan tidak akan sampai nol klorofilnya seperti di daratan. Terlebih-lebih jika ada 'upwelling' di bagian-bagian subtropik dan arctic-zone pada waktu-waktu tertentu terdapat banyak terjadi blooming dari diatomae, yang dibuktikan dengan adanya jutaan km^2 dasar laut dibagian-bagian ini, yang diliputi oleh tanah Diatomae yang tebal. Maka melihat faktor-faktor a, b dan c, ahli-ahli Oseanografi berkesimpulan bahwa banyaknya 'klorofil' sebagai faktor dari kapasitas fotosintesis di lautan lebih banyak dari pada klorofil yang ada di daratan.

Jika ada blooming dari Diatomae atau Dinoflagellata di laut sering terdapat 6 juta sampai 10 juta plankter per m^3. Lagi pula banyaknya fitoplankton ditambah dengan yang ada di danau danau besar, seperti Laut Kaspia, Aral, Baikal, Victoria, Niassa dan sebagainya.

Akibatnya ialah, bahwa fitoplankton di seluruh dunia sebagai produsen-primer, dapat menyediakan makanan untuk fauna, lebih banyak dari pada seluruh flora yang ada di daratan.

Maka dari itu, manusia sebagai konsumen, merasa kurang makanan di daratan, dan mengambil 'makanan' dari laut. danau berupa ikan, udang, rumput laut dan sebagainya (perikanan); dan jika ini nanti terbukti masih kurang, karena pertumbuhan penduduk, manusia akan memperkembangkan fitoplankton dalam laboratoria atau kolam. Kultur-massal Chlorella telah dicoba dalam laboratoria dan hasilnya memberi harapan untuk kemudian hari.

Dengan adanya konsentrasi fitoplankton yang besar di laut dengan sendirinya terjadi banyak zooplankton, sebagai konsumen-primer lain seperti ikan-ikan, udang-udangan dan sebagainya. Terbukti konsentrasi fitoplankton yang terbanyak di dunia, terdapat di lautan dekat pantai Peru, yang mengakibatkan terdapatnya banyak sekali ikan. Peru yang dalam tahun 1961 baru dapat menangkap 125.000 ton ikan, dalam tahun 1970 dapat menghasilkan 11 juta ton ikan, jadi melebihi produksi Jepang, yang pada waktu itu berjumlah 9 juta ton ikan. Tetapi sayang sekali, yang menangkap ikan-ikan dimuka pantai Peru ini bukan nelayan-nelayan dari Peru, melainkan nelayan-nelayan dari Jepang, USA, Rusia dan Norwegia; Peru hanya dapat memungut pajaknya saja. Blooming plankton di Peru ini, bukan baru terja di dalam tahun 1961, melainkan baru diketahui dalam tahun 1961.

Terjadinya blooming ini, disebabkan arus-dasar dari kutub Selatan naik kepermukaan laut dekat pantai Amerika Selatan sampai Peru dengan membawa mineral-mineral yang dibutuhkan oleh fitoplankton. Pada waktu sekarang produksi perikanan laut di seluruh dunia ialah ± 80 juta ton dan ini berasal dari 100 x 80 juta ton = 8 milyar ton fitoplankton, menurut food chain-pyramid yang berlaku. Dalam food-chain-pyramid ini digambarkan suatu 'pyramid', dimana paling atas terdapat manusia dan paling bawah adalah basis fitoplankton.

Misalnya 1000 kg fitoplankton dapat menjadi 100 kg zooplankton atau larva-larva ikan, dan ini dapat menjadi 10 kg ikan besar atau sedang, yang jika dimakan orang akan menjadi 1 kg daging manusia. Dalam hal ini jadi food-conversion fitoplankton: ikan ialah 100 : 1 ; artinya 100 kg fitoplankton dapat menjadi 1 kg daging ikan.

Menurut perkiraan lagi dari ahli-ahli hanya 0,001 dari seluruh fitoplankton di dunia ini menjadi daging ikan, yang umat manusia belum dapat menangkap semuanya.

Kalau perlu manusia dapat memupuk laut untuk menambah produksi ikan, dan ini dibuktikan dengan memberi pupuk zat anorganik pada suatu fyord di Inggris, dan produksi lautnya bertambah, karena terbukti konsentrasi fitoplankton di laut itu juga bertambah.

PERANAN DETRITUS DI LAUT

Istilah detritus mula-mula diartikan sebagai fitoplankton yang mati, mengendap, tetapi masih dapat digunakan untuk makanan fauna. Kemudian detritus artinya lebih luas yaitu jasad-jasad renik, tidak diketahui dari mana asalnya, tetapi masih dapat digunakan sebagai makanan untuk hewan-hewan.
Banyak orang yang belum menginsyafi, bagaimana pentingnya detritus dalam dunia penghidupan di laut dan di air-tawar.

Di laut misalnya, produser-primer hanya ada pada lapisan atas yang tebalnya 100 a 150 meter saja, yang juga diberi nama 'tropogenic layer', artinya lapisan yang membuat makanan. Di lautan dari 150 meter dari permukaan sampai ke dasar, yang dalamnya rata-rata 6.000 a 7.000 meter, hanya ada penghidupan fauna, dari zooplankton dan hewan Protozoa sampai udang-udangan dan Vertebrata (deep-sea fishes) dalam keadaan gelap gulita. Primary-food dari semua fauna ini hanya terdiri dari detritus, fitoplankton yang mati mengendap secara perlahan-lahan dari lapisan air teratas yang tebalnya ± 150 meter itu. Teristimewa benthal-fauna dari Protozoa, Spongia, Coelenterata sampai segala macam cacing-cacingan, hidup dari detritus itu. Perikanan laut yang kita kenal hanya beroperasi 150 meter teratas dan pada dasar, dibawah neritic-zone.
Zooplankton yang merajai dunia gelap gulita ini ialah Foraminifera dan Radiolaria (Rhizopoda) yang hidup di tengah-tengah hujan detritus; dengan kaki-kakinya dari protoplasma yang dikeluarkan dari dinding sel, mereka dapat mengambil detritus dan memasukkannya kedalam sel untuk dicernakan. Sebaliknya zooplankton ini merupakan makanan, dari segala macam hewan dari nekton, yang berupa ubur-ubur, udang-udangan, Mollusca sampai ikan (deep-sea fish) dan sebagainya. Semata mata semua fauna yang hidup dalam gelap gulita sampai dengan yang ada di dasar, ditanggung oleh fitoplankton yang dapat menghimpun enerji matahari.

Juga di danau-danau dan di kolam-kolam serta di rawa-rawa di sawah-sawah, detritus ini mempunyai peranan yang sangat penting. Fitoplankton yang tidak langsung dimakan oleh Fauna, mengendap menjadi detritus dan dimakan oleh benthal-fauna, seperti Protozoa, Mollusca, Cacing-cacing dan sebagainya, sedangkan detritus yang tidak dimakan membusuk menjadi mineral dan kembali digunakan oleh fitoplankton sebagai 'makanan'. Kalau perlu semua ikan yang kita pelihara dari ikan Mas sampai Tawes dapat hidup dari detritus. Ikan Tawes yang dikenal sebagai pemakan tumbuh-tumbuhan dalam air di alam bebas, di kolam-kolam yang ada di daerah Tasikmalaya, Ciamis dan Singaparna, hanya makan detritus dan kotoran manusia (pada hakekatnya yang terakhir ini juga suatu detritus), karena di kolam-kolam ini tidak terdapat ganggang (Hydrilla verticillata). Juga 'lauk seribu' Lebistis reticulatus Peters yang menjadi pest di kolam-kolam peternakan dan pemeliharaan (karena merupakan food-competitor) mendapat makanan hanya dari detritus, biarpun yang lain-lain sudah mati kelaparan. Seperti diketahui Lebistis ini dimasukkan ke Indonesia sebagai ikan hias; suatu contoh bahwa kita harus sangat teliti dengan fauna dan flora yang kita impor. Pertanyaannya ialah apakah nanti tidak dapat merusak penghidupan di alam Indonesia.

FITOPLANKTON DI PERAIRAN-TAWAR

Plankton di danau-danau.

Fitoplankton yang terpenting dalam perikanan-darat termasuk alga-hijau (Chlorophyta), dan merupakan produsen-primer selain perifiton dan bental-alga, yang juga termasuk golongan alga-hijau itu.
Disebut primer, karena kesuburan air dan tanah, dan terjadinya macam-macam alga hanya merupakan follow-up saja. Untuk Limnolog atau Biolog Perikanan yang berpengalaman, melihat adanya plankton secara kuantitatip dan kualitatip saja, sudah dapat mengatakan apakah suatu perairan baik atau tidak untuk perikanan. Selain itu sifat-sifat kimiawi air, dan fluktuasinya tiap hari sangat tergantung pada banyak sedikitnya fitoplankton, teristimewa di danau-danau.
Danau yang terletak di daerah-daerah sekitar gunung berapi, jika ada banyak sinar matahari, sudah tentu akan banyak tumbuh fitoplankton, misalnya di danau-danau sekitar Gunung Lamongan, teristimewa Ranu Klakah, danau Batur di Bali, Rawa Pening di Jawa Tengah dan Danau Kerinci di Sumatera Barat, dan masih banyak contoh-contoh lagi. Tetapi sebaliknya ada danau-danau, dimana terdapat sedikit fitoplankton, malahan dapat dikatakan masih steril, yaitu danau-danau Towuti, Matana dan Mahalona di Sulawesi Tengah. Tiga danau itu terletak di tanah dataran yang geologik tua, yaitu Mesozoicum. Sedangkan penduduk hampir tidak ada disekitar danau-danau itu; hanya di pantai-pantai terdapat kampung-kampung. Keadaan plankton agak lumayan, karena disuburkan oleh adanya kotoran-kotoran (organic matter) dari penduduk.

Pengetahuan mengenai sifat-sifat danau secara biologik, fisikal dan kimiawi telah diangkat sebagai ilmu pengetahuan baru, yaitu Limnologi, dengan pelopor-pelopor Agust Thienemann

dan Ruttner (terkenal diantara para Limnolog Ekspedisi Sunda 1928 - 1929) yang menyelidiki danau-danau di dataran tinggi di Sumatera, Jawa dan Bali untuk memperbandingkan dengan sifat-sifat danau yang ada di daerah subtropik seperti di Eropa.

Mereka menyelidiki plankton dilihat dari sudut Biologi-Perikanan.

Menurut pendapat penulis, pemeriksaan danau yang mengesankan dilihat dari Biologi Perikanan ialah di Danau Klakah atau Ranu Lamongan.

Perlu diterangkan disini bahwa Ranu Klakah oleh Thienemann, Manual of Limnology, dipakai sebagai contoh yang khas, dimana ada 'lapisan' air yang jelas, yaitu epilimnion yang tebalnya 6 meter yang penuh dengan fitoplankton; mesolimnion yang tebalnya ± 0,5 meter saja dan hipolimnion yang sama sekali tidak ada fitoplanktonnya dan kadar zat asam hampir selalu nol sampai dasar (dalamnya Ranu ± 28 meter). Waktu kami mengadakan penelitian pada tahun 1955, produksinya ialah 800kg mujair tiap tahun tiap hektar, sedangkan luas ± 800 Ha.

Pada waktu Sunda-Expedition menyelidiki Ranu tersebut dapat dikatakan belum ada usaha perikanan yang teratur di Ranu ini. Sedangkan ikan mujair baru diketemukan dalam tahun 1937 oleh Pak Mujahir, di pantai Kediri.

Berhubung pada kedalaman 7 meter sudah tidak ada O_2 lagi, dan pula pada lapisan ini mengandung H_2SO_4 dan H_2S dan sebagainya, maka tidaklah mengherankan bila pada tahun sekitar 1955 nelayan-nelayan siang dan malam, menangkap ikan dengan jala.

Terjadinya epilimnion yang tebalnya hanya 7 meter ini, disebabkan pertama-tama adanya fitoplankton yang sangat padat. Secchidisc yang diturunkan, sudah tidak dapat dilihat pada kedalaman ± 1,5 meter; semata-mata tebalnya lapisan plankton membatasinya sendiri.

Ranu Klakah ialah suatu 'blow-hole', suatu lubang di lereng Gunung Lamongan yang disebabkan oleh eksplosi gas. Disekitar lereng-lereng Gunung Lamongan yang tingginya hanya 1.650 m terdapat 18 ranu (danau) dimana diantaranya sudah tidak ada lagi airnya. Ranu-ranu bertepi curam, dan jika tidak begitu curam, landai sedikit. Pinggiran danau ini penuh dengan tanaman Hydrilla verticillata, yang juga merupakan makanan ikan Mujair; Hydrilla ini penuh dengan Diatomae sebagai perifiton. Hampir semua ranu yang ada disekitar G. Lamongan ini, mengandung plankton, yang susunannya hampir bersamaan, berwarna hijau dan ini tidak mengherankan pula, karena ranu-ranu ini merupakan kesatuan ekologis yang sama; hanya Ranu Klakahlah yang menurut perbandingan, mengandung fitoplankton yang terbanyak. Ranu Klakah berada di Jawa Timur, tempat musim kering berlangsung agak panjang, pada bulan-bulan Juli dan Agustus adakalanya, temperatur pada waktu malam yang dingin, lebih rendah dari pada suhu air yang ada di dasar danau (biarpun perbedaannya hanya 0,5 sampai 1°C). BJ air, pada air permukaan menjadi lebih besar dari pada BJ air yang ada di dasar yang mengakibatkan adanya proses pengadukan air danau.

Permukaan air yang BJ-nya lebih besar, akan turun ke bawah dan mendesak air yang ada di bawah hingga naik keatas dan dengan begitu mencampuradukkan air dari bawah yang mengandung nol zat asam dengan air dari permukaan yang sedang turun. Ikan-ikan mendadak menjadi mabuk, karena selain kekurangan zat asam, juga permukaan air diracuni oleh H_2S, NH_3 dan H_2SO_4 yang berasal dari lapisan air yang ada di bawah.

Pada saat-saat seperti ini, banyak nelayan dengan perahu-perahunya menangkap ikan secara beramai-ramai siang dan malam dengan menggunakan jala. Pengadukan air biasanya berlangsung

tiap tahun selama 6ca 7 hari. Karena padatnya fitoplankton, yang sebagian besar terdiri dari Chlorococcales dan Diatomae, maka fluktuasi hasil pH, CO_2, O_2 dan temperatur terlihat betul selama 24 jam; maksimum dan minimum fluktuasi dari faktor-faktor kimia diketahui pada pagi hari sebelum matahari terbit dan siang hari diantara jam 14.00 dan jam 15.00. Ranu Klakah ini tepat sekali dijadikan sebagai obyek Limnologi dan Planktonologi untuk kuliah kerja.

Mujair disini hanya hidup dari produsen primer dan konsumen primer (zooplankton) saja; jadi ada suatu food-chain yang pendek, tidak ada makanan di dasar kecuali hanya sedikit di pinggir-pinggir yang curam itu.

Akibat banyaknya fitoplankton karena kesuburan air danau ini, memang terjadi adanya fluktuasi dari faktor-faktor kimiawi. Orang-orang yang berpengalaman dalam Limnologi dan Planktonologi, jika melihat keadaan danau-danau disekitar lereng-lereng Gunung Lamongan, tidak perlu waktu yang lama guna menyelidiki danau-danau ini untuk keperluan Perikanan; satu kali pengambilan plankton dari permukaan danau nampak Epilimnion yang paling bawah, dan dengan mengukur faktor-faktor pH, CO_2, O_2 dan suhu air cukup dua kali saja, yaitu pada pagi hari sebelum matahari terbit dan pada siang hari, pukul 14.00 sampai 15.00.

Pertama-tama penyelidikan danau ini akan mengetahui sebelumnya, bahwa perbedaan pH pada waktu pagi-hari dan siang-hari tidak berbeda besar, pH > 7 dan pH < 8, karena mengetahuipula bahwa kandungan $CaCO_3$ dalam air akan cukup banyak sebagai buffer; ia tidak akan menemukan pH > 4 dan < 7 karena dalam pH sekian ini tidak akan menimbulkan banyak fitoplankton yang hijau warnanya; fluktuasi ini disebabkan tidak ada banyak kapur sebagai buffer.

Sebetulnya kita cukup menyelidiki dua faktor saja yaitu plankton dan range pH; karena diketahui bahwa banyak plankton yang menimbulkan fluktuasi kimiawi yang tertentu pula. Dengan perkataan lain perairan yang subur harus mempunyai mineral yang cukup guna menumbuhkan fitoplankton dan kapur yang cukup pula agar dapat bekerja sebagai buffer dalam persoalan pH.

Pada perairan yang mempunyai cukup mineral akan tetapi airnya mengandung sedikit kapur, pH selalu ada disekitar 5,5 dan 6,5, hanya dapat tumbuh Desmidiacae sebagai plankton. Perairan semacam ini terdapat banyak di perairan bebas (rawa rawa) di Sumatera dan Kalimantan dan di Pulau Jawa disekitar daerah Depok.

Tetapi jika perairan hanya mengandung banyak kapur tetapi hanya sedikit mineral, maka tidak akan timbul plankton pula seperti di danau-danau yang ada di Gunung Kidul. Danau seperti ini harus dipupuk agar dapat timbul banyak plankton. Di Ciburuj dekat Padalarang terdapat banyak kapur, akan tetapi karena Ciburuj dilingkungi oleh daerah yang padat penduduknya, maka terdapat mineral-mineral pula; akibatnya di Ciburuj selalu terdapat banyak plankton, fito maupun zooplankton yang beraneka warna. Situ Ciburuj terkenal dengan ikan-ikannya yang enak rasanya; banyak orang Bandung pada waktu Minggu mengunjunginya untuk memancing atau membeli ikan. Situ Ciburuj ini juga baik untuk obyek Limnologi dan Planktonologi, dan patut dikunjungi guna kuliah lapangan untuk dua mata kuliah tersebut.

Di danau Kerinci di Sumatera Barat yang letaknya ± 900m di atas permukaan laut, karena pH-nya 6,5 maka terdapat banyak Desmidiacae; ini mungkin suatu contoh lagi, tempat terdapat banyak mineral (terletak di Gunung-gunung berapi) akan tetapi mengandung sedikit kapur. Penulis baru satu kali datang mengunjungi danau Kerinci tersebut dalam tahun 1954.

Di Kalimantan dan Sumatera Selatan fitoplanktonnya 60% terdiri dari Desmidiacae.

Danau-danau Towuti, Mahalona, dan Montana mempunyai sifat-sifat yang berlainan sekali, pH > 8, karena dasar terdiri dari batu-batuan yang bersifat alkalis. Jadi bukan karena adanya banyak kapur, dan karena air mengandung sedikit nitrat dan fosfat, maka danau-danau tersebut yang besarnya no.2 di Indonesia, sesudah danau Toba hampir sama sekali tidak mengandung fitoplankton. Justru karena di danau ini belum ada fitoplankton dan jernih sekali, fluktuasi pH, O_2 dan CO_2 hampir tidak ada; pH siang malam selalu > 8, CO_2 tetap sama banyaknya, seperti O_2 yang ada di permukaan. Hanya di pinggiran-pinggiran danau yang terdapat banyak kampung atau di muara kali kecil, keadaan agak berlainan sedikit; plankton dan filamenteus-algae (benang-benang) didapat disana-sini dan aquatic-plants juga berkembang agak lumayan.

Di sekitar muara-muara kecil terdapat ikan-ikan yang asli, suatu Gobiidae besar; penduduk menangkapnya dengan memanah di bawah air.

Di daerah muara-muara dan di pantai-pantai dimana ada kampung telah dilepas Mujair dan ikan Tawes. Di tengah-tengah danau Towuti warna airnya biru laut dan sangat jernih, sehingga kita berada di tengah-tengah laut.

PLANKTON DI TAMBAK

Pengetahuan plankton di tambak tidak dapat diabaikan di Indonesia, justru karena Indonesia mempunyai ± 130.000 ha tambak dan produksinya per ha masih harus dapat dinaikkan, misanya dengan pemupukan yang dapat menambah jumlah plankton dan bentos guna makanan bandeng yang dipelihara. Teristimewa menener bandeng selain benthal-diatoms ia juga memakan mikroplankton. Bandeng yang agak besar (ukuran konsumsi) pada umumnya hanya makan 'tai-air' muda , atau tai air tua yang sdah agak sedikit membusuk, agar dapat (mudah) dimasukkan mul bandeng yang relatif kecil itu. Seperti diketahui tai-air sebagian besar terdiri dari jaringan Oscillatoria dan Lyngby (alga biru) yang merupakan lapisan, dengan diantaranya terdapat banyak macam Diatomae dari genera Navicula, Cocconeus, Gyrosygma, Pleurosygma dan sebagainya. Seringkal terjadi banyak benthal-diatoms yang hanya terdiri dari Pleurosygma, sesudah dasar tambak dikeringkan dan diberi air laut untuk pertama kali.

Fito maupun zooplankton di tambak sepanjang tahun, baik kwantitatif maupun kwalitatif berubah-ubah, karena salinitasnya juga berubah-ubah dari 35 permil atau lebih sampai 0 permil atau 5 permil. Biasanya plankton yang terdapat pada salinitas 20 permil keatas sebagian besar mirip dengan plankton-laut; sedangkan plankton yang hidup dal salinitas 10 permil sampai 0 permil mirip plankton air-tawa plankton yang hidup dalam salinitas 10 a 20 permil terdiri ri campuran plankton-laut maupun plankton air6tawar.

Jenis plankton yang terdapat di tambak, ada yang merupakan 'eurihalin' dan 'stenohalin'; atau dapat dikatakan bahwa bita di tambak berubah sesuai dengan perubahan salinitas. Behubung dengan ini sangat pentinglah jika mengadakan pemupu

agar salinitas air tambak diperhatikan dan dipertahankan pada salinitas yang dikehendaki. Blooming pernah terjadi dari Rotatoria, Diatomae-laut dan Cyanophyta, bila dipupuk dengan bungkil kelapa (kopra slym) pada salinitas 20 a 25 permil ; dan produksi bandeng bertambah pada waktu itu dengan 50%. Rotatoria memang dapat hidup di air-tawar maupun di air-payau tetapi tidak di air laut.

Seperti diketahui pemupukan dengan urea saja menyebabkan blooming dari benthal-Oscillatoria; tetapi bila diberikan urea terlalu banyak, urea diuraikan oleh bakteri dan keluarlah amoniak (NH_3), yang dapat mematikan ikan bandeng. Memang sekarang urea yang berkonsentrasi pekat digunakan untuk menghilangkan segala macam hama yang ada di tambak selama beberapa hari; sesudah itu banyaknya air dapat ditambah, agar urea menjadi pupuk guna menumbuhkan Oscillatoria.

Pada salinitas 30 a 35 permil, jika dimasukkan air laut maka planktonnya tidak berbeda dengan plankton yang ada di pantai, malahan kwantitatip lebih banyak, karena di tambak pada umumnya lebih subur dari pantai dimana tambak mendapatkan airnya. Sebaliknya jika salinitas 5 permil sampai 0 permil, misalnya waktu musim hujan, maka plankton tidak berbeda dengan plankton air-tawar, yang berasal dari kali-kali.

Biarpun plankton tidak langsung dimakan oleh bandeng besar akan tetapi plankton yang mati, akan menjadi detritus di dasar dan seterusnya menyuburkan tanah dan terjadi benthal-fauna dan flora dan juga tai-air muda.

Di air-payau, seperti juga di air tawar (kolam), belum ada pedoman pemupukan. Bisa jadi pemupukan dengan pupuk 'A' akan menyebabkan tumbuh plankton 'B', yang tidak dapat langsung dimakan karena tidak dapat dicerna, atau bahkan merupakan racun bagi ikan. Kenyataan ini tentu berbeda dengan bidang pertanian: pupuk yang cocok, dapat diserap langsung oleh padi, dan menyebabkan produksi sawah meningkat.

CARA-CARA PENGAMBILAN PLANKTON

Jika kita hendak mengumpulkan plankton di danau guna keperluan Perikanan, harus dilaksanakan secara kualitatif dan kuantitatif, horizontal dan vertikal, dengan mengingat dalil-dalil Limnologi. Hal ini dimaksudkan supaya dapat dipertanggung jawabkan secara statistik, meskipun pengumpulan dilakukan hanya pada siang hari saja dalam 24 jam, terus menerus. Lama yang ideal untuk mengumpulkan plankton memang satu tahun, supaya diperoleh gambaran yang jelas tentang siklus plankton, sekaligus menentukan produktivitas danau yang bersangkutan. Dengan demikian pengambilan plankton harus disertai dengan data tentang sifat-sifat fisikokimiawi seperti pH, O_2, CO_2, DMA, suhu dan sebagainya.

Perlu dicatat lagi bahwa untuk penelitian danau guna tujuan perikanan, tidak disarankan penggunaan metoda $-C^{14}$, karena metoda ini tidak dapat menentukan apakah plankton dicerna atau tidak, apakah merupakan racun untuk ikan dan sebagainya. Selain itu kita perlu mengumpulkan zooplankton sebagai konsumen-primer, pada semua lapisan sampai dasar.

Pengambilan plankton dari permukaan, sampai batas epilimnion atau sampai tidak ada plankton lagi, harus dilakukan dengan water-sampler volume satu liter, dan sesudah itu disaring dengan planktonnet nomor 25. Nannoplankton ditampung untuk kemudian diendapkan. Contoh plankton selain diberi formalin 3 a, 4% (isi usus 10% formalin), perlu dibubuhi 5 tetes $CuSO_4$-jenuh, supaya fitoplankton tetap berwarna hijau. Jumlah plankter tiap species per liter dihitung, disamping penentuan volumenya (cc). Plankton permukaan dapat diambil dengan kaleng minyak (18 liter), kemudian disaring. Supaya di dapat gambaran berapa macam fito dan zooplankter yang ada diseluruh permukaan air, dapat diambil plankton dengan planktonnet dari pantai ke pantai melalui tengah-tengah danau waktu siang dan malam, karena pada waktu malam zooplankton

naik ke permukaan. Specimen plankton dapat dihitung banyaknya per liter, dengan metoda seperti menghitung sel-sel darah manusia.

Misalnya, cara menghitung yang sering dilakukan ialah :
Ambil 0,04 cc dengan pipet ukur satu cc gecalibreed dengan 100 strip dari 10 cc contoh plankton yang baru dikocok; 0,04cc ini diletakkan pada gelas obyek dan ditutup dengan cover glass 18 x 18 mm, karena 0,04 cc = $\frac{1}{20}$ cc memang dapat persis ditutup dengan cover glass berukuran 18 x 18 mm. Dari permukaan cover glass yang luasnya 18 x 18 mm kita ambil 20 pandangan, yang meliputi seluruh luas cover glass; pada tiap pandangan kita hitung jumlah specimen. Sebelumnya diameter dari tiap pandangan kita tentukan dulu dengan mikrometer-okuler. Jika kita mengetahui jumlah specimen (speciesnya harus diketahui pula) dalam 20 pandangan, maka dalam 0,04 cc contoh plankton ini terdapat $\frac{18 \times 18 \text{ mm}}{\text{luas 20 pandangan}}$ X specimen, sehingga dalam 100 cc contoh plankton terdapat $\frac{10}{0{,}04} \times \frac{18 \times 18 \text{ mm}}{20 \text{ pandangan}} \times \Sigma$ specimen.

Kalau 10 cc contoh plankton berasal dari 1 liter air danau diketahui sekaligus banyaknya specimen per liter, maka jika 10 cc contoh dari plankton berasal dari 10 liter, seluruh jumlah specimen dibagi 10 agar diketahui jumlah specimen per liter.

Jika kita pakai selalu kombinasi tipe okuler dan obyek yang tertentu, maka luas pandangan selalu tertentu pula, dan angka $\frac{10}{0{,}04} \times \frac{18 \times 18}{20 \text{ pandangan}}$ selalu tertentu. Angka ini disebut multiplication factor, misalnya diketemukan 175; jika dari seluruh perhitungan kita mendapat 11 specimen Pediastrum (Chlorophyta) maka dalam 1 liter ada 175 x 11 Pediastrum, dan seterusnya.

Dari tiap stasiun yang diambil secara vertikal atau horizontal, kita dapat membuat daftar dimana terlihat macam-macam species atau genera tiap liter. Penulis sering mendapat

angka 50 a 100 juta per liter Diatomae jika pada waktu pengambilan ada blooming Diatomae., Secara vertikal plankton dapat dibuat grafik, dimana tiap stasiun dari dalam tertentu (misalnya dari 5 - 10 m) digambarkan secara volumetrik.

Menghitung plankton secara kuantitatif dan kualitatif ini perlu dilakukan secara periodik, bila kita memupuk kolam atau danau kecil, agar diketahui perkembangan tiap species atau genus. Pada waktu sekarang kita belum mempunyai pedoman: Jika kolam kita pupuk dengan nitrat atau fosfat yang tertentu banyaknya, organisma apakah yang keluar per liter.
Memang hal ini sangat sukar dilakukan karena pertumbuhan plankton dipengaruhi oleh struktur tanah, suhu, trace-element, cara memberi pupuk, pengolahan tanah, banyaknya hujan dan sebagainya.

Di daerah tropik sifat-sifat perairan dipengaruhi oleh faktor hujan, sedangkan di daerah subtropik dipengaruhi oleh faktor suhu (musim dingin-musim panas).

Pengambilan plankton di laut harus menggunakan alat-alat yang besar dan disesuaikan dengan metoda-metoda hidrografi, misalnya dari 100 a 150 dalamnya kita dapat mengambil tidak hanya 1 liter, monster, melainkan ratusan liter dengan alat-alat tertentu, dan harus mengetahui cepatnya arus; dapat dikatakan tiap menit keadaan plankton disuatu stasiun, tidak sama.

Pada prinsipnya pengambilan plankton di laut, hampir sama, dengan pengambilan di danau yang besar seperti di danau Toba, Laut-Tawar dan sebagainya. Perlu pula ditentukan sampai batas, dimana tidak ada fitoplankton lagi (yaitu garis kompensasi), dimana proses fotosintesis sama dengan desimilasi selama 24 jam.
Dalamnya garis kompensasi tergantung pada kekeruhan air, kesuburan dan sebagainya. Sangat sukar menentukan zooplankton di laut; zooplankton seperti Foraminifera dan Radiolaria terdapat sampai kedalaman 6.000 atau 7000 meter. Semua

zooplankton dapat hidup sampai diatas dasar laut yang sangat dalam ini, karena masih ada cukup zat-asam dan temperatur ti tidak pernah $0^{\circ}C$ oleh adanya arus, disamping cukup ada detritus. Penyelidikan terhadap ini semua menjadi tugas Oseanografi dan hidrografi, dengan alat-alatnya yang besar.
Penulis mempunyai pengalaman tentang plankton di Teluk Jakarta yang sangat subur; teluk yang relatif kecil ini dirabuk oleh kotoran kota Jakarta dan daerah Bogor yang berpenduduk sekitar 7 juta; pada permukaan laut selalu ada bloom Diatomae yang terdiri dari berbagai macam species. Pada kedalaman 9 a 10 meter terdapat zooplankton, terdiri dari banyak udang-udangan tingkat rendah dari ordo Copepoda, dan meroplankton dari udang-udangan tingkat tinggi (Malacostraca).

Disayangkan, banyak plankton yang sudah dikumpulkan LPL di seluruh perairan Indonesia, akan tetapi belum diperiksa dan dibuat laporannya. Di Indonesia, Institut Planktonologi atau Algologi memang belum didirikan, namun demikian LPL dapat mengirimkan monster plankton ke Scrips-Oceanographic Institute di La Jolla, San Diego California, tempat Delsman mengirimkan monster-monster plankton Laut-Jawa. Delsman banyak menemukan zooplankton pada kedalaman 30 meter dibawah permukaan laut; dalamnya Laut-Jawa hanya rata-rata 50 a 60 meter; Danau Grati (suatu blowhale di Gunung Tengger) 10 kilometer sebelah selatan Pasuruhan Jawa-Timur dalamnya 150 meter.

JENIS-JENIS FITOPLANKTON DI INDONESIA

I. Sejarah.--

Sejak tahun 1800, banyak ekspedisi asing menyelidiki Algae di perairan Indonesia, akan tetapi untuk sebagian besar mereka mengumpulkan rumput laut (sea-weed) dari pada plankton, dan lagi pula mereka publikasikan hasil-hasilnya dalam majalah-majalah mereka sendiri.

Salah satu ekspidisi y ang mengumpulkan plankton di laut maupun di air tawar ialah Ekspidisi Siboga pada tahun 1899, dan hasilnya dapat diketahui dalam arsip-arsip di Negeri Belanda dan Indonesia.

Selain ekspedisi-ekspedisi tersebut ada juga ahli-ahli Botani dari luar negeri yang mengumpulkan Algae dan fitoplankton seperti: Wildeman, Woloszynka, Schmidle, Steinmann, yang hasil penyelidikannya juga dipublikasikan dalam majalah-majalah ilmiah di Indonesia seperti 'Treubia' dan sebagainya.

Selain ahli-ahli dari luar negeri ini mulai sekitar tahun 1900 botanici dari Kebun-Raya, dan lembaga-lembaga penelitian seperti Koorders Kostar Bernard (Direktur Kebun Raya 1900), Sunier dan Paul van Oye, teristimewa tiga yang belakangan ini masing-masing menyelidiki Desmidiacae, plankton tambak, dan plankton dari air-tawar di Pulau Jawa. Van Oye sangat berjasa dalam segala macam Algae, padahal ia adalah dokter manusia di Tasikmalaya; akhirnya sampai meninggal (di Brussel) ia terkenal sebagai Limnolog-Algolog, dan memimpin majalah-internasional 'Hydrobiologia'.

Dalam tahun 1928 - 1929 ahli-ahli limnologi Ekspedisi Sunda pimpinan Ruttner dan Thienemann, menyelidiki danau-danau dataran tinggi yang ada di Sumatera dan Jawa serta Bali. Koleksi mereka terbesar dalam hal fito dan zooplankton, dan hasil-hasilnya dapat dibaca dalam Archief Hydrobiologi Supplement Band: Tropische Binnengewasser.

Ekspedisi ini mengumpulkan plankton, tidak dari sudut ilmu pe perikanan saja, akan tetapi dari sudut Limnologi dan hasilnya dibanding-bandingkan dengan sifat-sifat danau yang ada di Eropa-Barat. Baru sejak tahun 1930, dimana Laboratorium Perikanan Darat didirikan, di Bogor mulailah plankton air-tawar, diselidiki, dilihat dari sudut perikanan darat dan air payau, sebagai makanan ikan.

Dalam tahun 1940 penelitian plankton guna perikanan darat dan payau, agak dipergiat di seluruh Indonesia oleh Dr, Dr, Vaas dibantu penulis sendiri. Seperti telah dikatakan, Sunier dalam tahun 1928 sebagai Direktur Lembaga Penelitian Laut di Jakarta, menyelidiki plankton tambak sebagai tempat pemeliharaan bandeng, sedangkan Delsman dibantu oleh Handenberg, menyelidiki planktondi Laut Jawa, diantara pantai Kalimantan dan pantai Indramayu juga Semarang.

II. Systematika Algae.

Karena semua jenis fitoplankton termasuk sub-phyllum Algae dari phyllum Thallophyta, maka dalam tulisan ini kami akan memberi systematik Algae, menurut, systematika baru dan golongan - golongan mana dari Algae ini, hidup sebagai plankton.

Algae dijadikan 7 phylla. Flora:

1. Cyanophyta (Alga-biru, di air tawar, air laut).
2. Chlorophyta (Alga-hijau, banyak di air tawar, sedikit di air laut).
3. Chrysophyta (Alga-kuning, terdapat di air-tawar, air laut).
4. Pyrrophyta (Hanya hidup sebagai plankton di air-tawar dan air laut).
5. Euglenophyta (Hanya hidup di air-tawar dan air payau).
6. Phaeophyta (Alga-coklat, hanya hidup sebagai rumput-laut).
7. Rhodophyta (Alga-merah, hanya hidup sebagai rumput-laut).

Jadi subphyllum Algae dulu ada 9 dan dibagi dalam 7 phylla dari seluruh Flora yang terdiri dari 12 phylla.,

Sub-phyllum Fungi dijadikan 3 phylla Flora, yaitu:

8. Schyzomycophyta ("Membelah diri").
9. Myxomycophyta (Berlendir banyak).
10. Eumycophyta (Cendawan sejati), sedangkan
11. Bryophyta, tetap dipertahankan sebagai phyllum .
12. Tracheophyta (Tumbuh-tumbuhan yang mempunyai pembuluh pembuluh guna transpor makanan; phyllum ini terjadi dari gabungan Pterydophyta, dengan Spermatophyta).

Perbedaan-perbedaan yang digunakan untuk membagi-bagi subphyllum Algae menjadi 7 phylla ialah:

1. Adanya flagel atau tidak, dan bagaimana struktur flagelnya.
2. Adanya makanan cadangan atau tidak, dan bagaimana struktur makanan cadangan ini (food-reserve).
3. Adanya macam-macam pigmen dalam sel dan bagaimana struktur pigmen-pigmen ini.
4. Adanya macam-macam dinding sel, dan bagaimana struktur dinding-dinding sel tersebut.

Memang dalam dunia Flora, 4 faktor inilah yang penting guna membedakan antara golongan-golongan dari dunia tumbuh-tumbuhan.

PLANKTON DARI CYANOPHYTA

Sifat-sifat Umum.

Sifat-sifat Umum.

Cyanophyta atau Alga-biru, ialah tumbuh-tumbuhan pertama yang dapat berfotosintesis, dan dianggap salah satu pelopor dari penghidupan yang terpenting di dunia ini. Ia mempunyai sifat-sifat yang khas, yang lain-lain tumbuhan tidak memiliki nya yaitu:

1. Tahan kering, di alam bebas sering kali terdapat lapisan-lapisan tipis berwarna hijau-biru, di selokan-selokan atau pinggir kali; alga-biru yang pernah mengalami kekeringan air beberapa bulan ini dapat aktip hidup lagi (biasanya dari genus Oscillatoria).
2. Tahan panas di dalam air; di mata-air panas yang ada di Cipanas, Tarogang, Garut, yang suhunya 0 a $70^{\circ}C$, satu-satunya tumbuh-tumbuhan yang dapat hidup dan sehat (warna sangat biru) ialah alga biru dari jenis Oscillatoria pula.
3. Beberapa jenis dari alga-biru, seperti dari genera; Nostoc, Tolipothrix dan sebagainya, dapat mengikat molekul zat lemas (N_2) dari udara, jika dalam tanah tidak ada nitrat (Nitro-fixing-algae). Di tempat-tempat yang oleh suatu bencana alam semua Flora musnah maka selalu alga-biru yang dapat hidup terdahulu. Sebagai contoh: Krakatau pada tahun 1883 meletus, lereng bersih dari makhluk hidup, dan dalam tahun 1886, terbukti pada tempat-tempat yang paling tidak subur, alga-biru dulu yang dapat tumbuh, dan ini dimungkinkan karena spora-spora alga-biru dari lain daerah (oleh angin dan sebagainya) jatuh di tempat-tempat itu.
4. Tidak atau belum mempunyai inti yang sempurna. Intinya berupa partikel-partikel kromatin yang berkelompok-kelompok. Berhubung belum mempunyai inti ini,

maka alga-biru digolongkan sebagai Akaryota, sedangkan lain-lain tumbuh-tumbuhan yang mempunyai inti diberi nama Karyota.

Dalam buku-buku Botani di Jerman, alga-biru dipisahkan dari Thallophyta, dan ditempatkan di atas Thallophyta, dan diberi nama Scizophyta. Bakteria juga termasuk dalam nama ini didasarkan atas berkembang-biaknya, yakni dengan cara membelah diri. Sinonim dari Cyanophyta ialah Myxophyta, yang berarti phyllum yang berlendir dan inilah yang menyebabkan, mengapa plankton yang berlendir tebal tidak dapat dicernakan oleh ikan; terbukti dalam lendir ini terdapat juga bakteria yang dapat mengikat N_2 dari udara, selain sel alga biru sendiri.

Nama Cyanophyta didasarkan atas pigmen fikosianin yang berwarna biru; pigmen lain yang penting dalam alga-biru ialah fikoeritrin yang berwarna merah. Seperti diketahui yang menyebabkan Laut Merah agak merah ialah: Trichodesmium erythreum suatu plankter yang hidup dibawah permukaan air, dan pada suatu ketika (musiman) agak merah warnanya karena pigmen fikoeritrin dominan, sedangkan pigmen fikosianin agak berkurang; kemungkinan ini disebabkan perubahan-perubahan metabolisma. Juga di Laut Jawa terdapat Trichodesmium erythreum, akan tetapi warnanya seperti abu-gergaji, yaitu abu-abu. Pada tahun 1940 di dekat muara Mahakam, sedikit sebelah utara Balikpapan, terjadi blooming plankter ini, dan waktu pasang memasuki daratan sampai jauh di pedalaman, dan tinggal di daratan, waktu air surut; banyak plankter ini tinggal di kolam-kolam air-tawar, dan menyebabkan banyak kematian ikan di kolam, waktu plankter ini membusuk (dimuat dalam 'Tropische Natuur' tahun 1940).

Selain 2 pigmen tersebut sel-alga-biru juga mengandung pigmen-pigmen: klorofil, karoten dan ksantofil. Biarpun alga biru adalah phyllum Flora yang pertama di dunia, toh sudah mempunyai pigmen-pigmen yang beraneka warna. Juga alga-biru

ini mempunyai store-product yang agak lengkap seperti: karbohidrat dalam bentuk glikogen, starch (tepung) dan protein. Genera yang dapat mengikat N_2 dari udara ialah: Anabaena azolle Strasb, Tolypothrix tenuis, Calothrix brevissima, Anabainopsis sp., Nostoc muscorum, dan lain-lainnya. Seperti diketahui Anabaena azolle, hidup sebagai simbion secara inter seluler, dengan Azolla pinnata Presl, suatu Pterydophyta yang terapung-apung pada permukaan air, disawah-sawah, kolam-kolam dan sebagainya.

Di India dan Indo-China para petani mengumpulkan Pterydophyta ini sebanyak mungkin dan dihambur-hamburkan pada sawah-sawah, karena selain sebagai pupuk hijau, Azolla ini juga bermanfaat untuk menambah nitrat dalam tanah dan dengan begitu dapat menyuburkan sawahnya. Di Indonesia sendiri di sawah-sawah yang 'subur' disekitar Singaparna, Tasikmalaya dan Ciamis, Azolla pinnata ini memang selalu terdapat dalam jumlah besar.

Cara berkembang biak alga-biru ialah membelah diri (cell division) atau dengan spora-spora (dauercel; bhs Jerman).

Spora-spora Cyanophyta terkenal tahan panas atau kering, dan dapat hidup dalam stadium ini dalam waktu sangat lama; menurut penelitian dapat sampai 50 tahun lamanya.

Dalam lendir yang tebal itu, jika ada subtrat, specimen-specimen dapat bergerak maju atau mundur, sedangkan nama Oscillatoria, berarti bergerak kekanan kekiri (oscillen, elektris diantara dua pool), jika salah satu ujung dari filamen tidak dapat bergerak atau terfiksasi oleh sesuatu hal.

Struktur protoplas alveoler dan pada beberapa jenis terdapat banyak vakuola; dengan struktur protoplas semacam ini, alga-biru dapat mudah mengatur berat jenisnya terhadap media agar dapat hidup sebagai plankton.

Habitat-habitat alga-biru ialah dasar perairan, permukaan perairan (sebagai neuston tetapi jarang) dan dalam air sebagai plankton.

Genera terpenting yang dapat hidup sebagai plankton ialah:

- Oscillatoria, Spirulina
- Microcystus, Merismopedia
- Gloeotric , Coelosphaerium
- Chroococcus, Dactylococopsis, Tetrapedia
- Trichodesmium, Cylindrospermum
- Nostoc, Calothrix, Lyngbya
- Tetrapedia, Rivularia, Phormidium, Anabaena, dll.

Selain dauercel pada suatu filamen juga terdapat heterocyst, yang berasal dari sel biasa; isi jernih dan berwarna kuning. Letak heterocyst ini sering-kali tertentu terhadap dauercel, dan merupakan ciri yang khas untuk beberapa genera yang penting untuk determinasi.

Genus Oscillatoria tidak mempunyai spora atau heterocyst sedangkan Nostoccacae mempunyai kedua-duanya. Kegunaan dari heterocyst belum diketahui dengan pasti; ada teori yang mengatakan, bahwa heterocyst memberi rangsangan agar sel-sel yang berdekatan sering membelah diri. Pada Anabaena, heterocyst dapat berisi spora-spora.

Seluruh Cyanophyta hanya terdiri dari kira-kira 150 genera dan 150 species, sedangkan 150 genera ini berasal dari tujuh familia Oscillatoriacae, Nostoccacae, Rivulariacae, Stegionematacae, Chroococcacae, Scytonematacae dan Notohopsidae.

Dalam evolusi Algae, alga-hijau (Chlorophyta) dianggap langsung berasal dari alga-biru, karena ada specimen-specimen seperti Tetrapedia, Dactylococopsis dan Chroococcus mempunyai sifat-sifat seperti alga-biru dan alga hijau.

Ada teori lagi bahwa Hormogonales, selain dapat bergerak jika ada substrat melalui lendir, juga tiap selnya berdekatan silih berganti memperpanjang dan memperpendek (dengan perantaraan proses osmotik).

PLANKTON DARI CHLOROPHYTA

Fitoplankton yang berperanan terpenting di perairan tawar, ialah alga-hijau. Sering warna air dari danau-danau, kolam-kolam atau akuaria 'hijau', dan ini sebagian besar disebabkan oleh fitoplankton tersebut.
Juga jika kolam-kolam dipupuk dengan pupuk anorganik atau pupuk kandang, besar kemungkinan terjadi fitoplankton dari alga hijau ini, yang merupakan produsen-primer, dan dapat dimakan langsung oleh zooplankton atau ikan-ikan yang baru menetas. Seperti diketahui ikan tambakan (Helostoma temincki C.V), dari yang baru menetas sampai yang dewasa, makan langsung fitoplankton atau detritusnya.

Alga-hijau merupakan phyllum alga yang terbesar di air-tawar, artinya paling banyak golongan-golongannya (ordo, familia, species) hidup di sini. Juga golongan yang dapat hidup di air-payau, akan tetapi yang berupa benang-benang seperti Chaetomorpha, Enteromorpha, dapat merupakan sarang-sarang nyamuk malaria seperti Anopheles ludlowi dan Anopheles sundaicus.

Juga alga-hijau ini ada yang dapat hidup sebagai rumput laut, biarpun tidak banyak, contoh-contohnya ialah: Caulerpa, Ulva, yang di Indonesia Timur dan Asia Tenggara dapat dimakan sebagai sayuran.

I. Sifat-sifat umum

1). Flagel-flagel selalu sama panjangnya, pada sel vegetatif maupun sel generatif; berhubung dengan sifat ini, maka alga-hijau juga diberi nama: Isokontae (iso=sama).

2). Pigmen-pigmen yang ada pada phyllum ini ialah klorofil-a dan b, karoten dan ksantofil; klorofil-a mempunyai jumlah yang terbanyak, sehingga menyebabkan warna hijau pada alga ini.

3). Makanan cadangannya karbohidrat dalam bentuk tepung (starch) dan protein, dalam bentuk pirenoid.

4). Dinding sel terdiri dari selulosa, dan beberapa familia dindingnya terdiri 2 lapis yang konsentris, seperti halnya dengan dinding Desmidiacae.

II. Cara-cara berkembang biak Alga-hijau.

Phyllum besar di air-tawar ini, mempunyai cara-cara berkembang biak yang beraneka ragam, untuk mempertahankan penghidupannya dan tergolong sudah tinggi bila dibandingkan dengan cara-cara dari phylla lain.

1. Cara-cara berkembang biak bersifat 'aseksual':

a). Reproduksi secara biasa, ialah membelah diri (cell-division).

b). Dengan cara membentuk macam-macam spora,

b 1. Sel-sel vegetatif membuat zoospora, dalam jumlah satu sampai banyak.
Genus Oedogonium, tiap sel hanya membuat satu zoospora yang besar, sedangkan genus Hydrodiction, tiap sel dapat membuat ribuan zoospora. Spora-spora ini diberi nama 'zoospora', karena dapat bergerak dengan dua flagelnya seperti hewan.

b 2. Tiap sel dapat membuat aplanospora yang mempunyai dinding tebal, dan tidak mempunyai flagel; genus Microspora, dapat membuat spora semacam ini, 1 sel hanya dapat membuat 1 aplanospora.

b 3. Beberapa genera dapat membuat hypnospora, dimana dindingnya lebih tebal dari pada dinding aplanospora dan juga tidak mempunyai flagel. Dinding yang tebal ini, dapat bertahan dalam lingkungan yang kering, dan pernah dikabarkan masih dapat hidup sesudah 12 tahun mengalami kekeringan; contoh genus Pediastrum.

b.4. Beberapa genera juga dapat membuat autospora, bila spora-spora ini masih dalam sel, berkelompok dan bentuknya seperti bentuk induknya; contoh genera Hydrodiction, Scenedesmus & Pandorina.

b 5. Beberapa genera juga dapat membuat spora, yang bentuknya seperti bentuk selnya sendiri, atau memperpadat diri, dengan mengambil 'makanan' dari medianya; contoh Oedogonium dan Pithophora.

Perlu diterangkan disini bahwa satu genus dapat membuat zoospora, aplanospora, hypnospora yang disesuaikan dengan sifat-sifat lingkungan yang dapat berubah-ubah. Semua macam spora ini nanti, jika waktunya germinasi menjadi tumbuh-tumbuhan dewasa lagi.

Semua zoospora yang dilepaskan dari sel-selnya dapat hidup terus jika lingkungannya mengijinkan, dan jika tidak akan mati. Zoospora yang ada di alam bebas pada umumnya dapat hidup 1 a 2 jam; jika sesudahnya tidak mendapat lingkungan yang tepat akan mati. Genus Ulothrix, zoosporanya dapat hidup paling lama di alam bebas, yakni 2 a 4 hari, sedangkan spora-spora yang paling cepat mati ialah genus Pediastrum, yaitu 2 a 4 menit; pada umumnya spora-spora hidup 1 a 2 jam.

2. Berkembang biak secara 'seksual'

Dalam hal ini terjadi' bercampurnya (fusion) 2 sel menjadi zygote.

a. Konyugasi (Conjugation)

Ini ialah suatu proses, dimana 2 protoplasma berasal dari 2 sel bercampur menjadi 1 zygote; sudah tentu bercampurnya 2 sel dari satu species; zygote ini akan tahan terhadap kekeringan dalam waktu yang lama. Konyugasi ini biasanya terjadi jika keadaan lingkungannya akan membarukan untuk species-speciesnya. Jika dalam habitatnya terdapat air lagi, waktu hujan pertama jatuh, maka zygote ini akan bersemi (germination); jadi pembentukan ini dimaksudkan untuk mempertahankan jenisnya.

Ada suatu ordo Alga-hijau, yang secara berkembang biaknya selalu melalui konyugasi, dan diberi nama atas dasar sifat ini ialah: Conjugatae. Konyugasi dari 2 sel protoplasma dari satu species dianggap sebagai permulaan cara perkawinan dalam dunia penghidupan.

Konyugasi ini terjadi silih berganti dengan pembelahan sel biasa.

Konyugasi ini terjadi silih berganti dengan pembelahan sel biasa.

b. Fusi (fusion) atau bercampurnya 2 isogamet atau 2 anisogamet

Isogamet maupun anisogamet sama sekali tidak ada perbedaan dalam bentuk, dan hanya dapat diketahui asalnya, bila 2 macam gamet ini, dipelihara dan mengadakan fusion.

Contoh genus yang dapat membuat isogamet ialah Ulothrix; genus yang dapat membuat anisogamet ialah Enteromorpha intestinales (perut ayam), yang hidup di tambak-tambak.

c. Berkembang biak melalui 'oogami'

Cara berkembang biak ini sudah tinggi tingkatnya, dimana dapat dibentuk oogonium dan anteridium pada satu thallus; oogonium, menghasilkan ovum (telur) dan anteridium membuat spermatozoid. Ordo yang hanya dapat berkembang biak melalui oogami ialah dari genera: Chara dan Nitella; suatu ordo tingkat tinggi yang deferensiasi thallusnya sudah seperti genera dari phyllum Bryophyta; genera yang juga dapat membentuk anteridium dan oogonium ialah: Oedogonium dan Vaucheria, tetapi 2 genera ini juga dapat membuat zoospora sebagai selingan, dan disesuaikan dengan keadaan lingkungannya.

III. Systematika

Menurut beberapa Algolog, Chlorophyta ini dibagi dalam 9 ordo

1. Volvocales, 2. Chlorococcales, 3. Ulotrichales,
4. Chladophorales, 5. Chaetophorales, 6. Oedogoniales,
7. Conjugales, 8. Siphonales dan 9. Charales.

Tetapi ordo-ordo yang bagian - bagiannya dapat hidup sebagai plankton ialah hanya: Volvocales, Chlorococcales dan satu familia lagi dari Conjugales; lain-lain ordo hidup berupa filamen saja. Nama ordo Volvocales diberikan atas dasar nama dari salah satu dari generanya yakni Volvox, sedangkan nama

ordo Chlorococcales, atas dasar berwarna hijau (chloro) dan bentuknya sebagian besar dari generanya seperti coccus (bulat bulat).

Untuk Algolog determinasi beberapa genera dari Volvocales dan Chlorococcales sangat sukar, dan harus dipelihara dulu satu specimen, agar dapat diketahui segala macam bentuk-bentuknya, yang terjadi selama waktu life-historynya (daur-hidup).

Misalnya jika kita melihat suatu bulatan kecil dengan 2 flagel, specimen ini dapat:

1). Zoospora dari satu genus.
2). Suatu isogamet.
3). Suatu anisogamet.
4). Specimen dari genus Chlamydomonas, dan sebagainya.
5). Spermatozoid.
6). Stadium yang baru keluar dari suatu zygote tertentu.

Perbedaan prinsipial antara Volvocales dan Chlorococcale ialah: sel vegetatif maupun sel generatif dari Volvocales selalu berflagel, sedangkan sel vegetatif dari Chlorococcales tidak ada yang berflagel; yang berflagel hanya sel generatif saja, seperti spora-spora dan gamet.

Habitat Volvocales.

Volvocales pada umumnya hidup di perairan tawar yang agak banyak mengandung organic-matter, seperti di sawah-sawah rawa-rawa atau kolam-kolam yang dipupuk dengan pupuk kandang. Volvocales terdiri dari spesimen yang uniselluler dan koloni; yang terakhir pada hakekatnya hanya kumpulan dari spesimen uniselluler itu; 'koloni' ini bentuknya sudah ditentukan secara genetik.

Familia yang bersifat uniselluler ialah; Chlamydomonacae Sphaerellacae, Polyblepharidae, Phacotacae; golongan-golongan yang tidak mempunyai klorofil lagi, menjadi holozoic type, seperti genus gamet Amoeba sp, yang mempunyai macam-macam bentuk selama daur hidupnya, yaitu seperti Amoeba (dari Protozoa), stadia-cysta dan stadia zygo-spora.

Jenis-jenis Polytoma saprofitik, kromatofbranya tinggal sedikit, dan masih dapat membuat tepung; sedangkan Tussitia sp, sama sekali tidak mempunyai klorofil tetapi bentuknya seperti genera yang mempunyai klorofil. Memang Chlamydomonadacae, termasuk Chlamydomonas spp, hidup di perairan yang banyak pembusukan dan beberapa genera digunakan sebagai indikator.

Genus Carteria dari Polyblepharidae mempunyai 4 flagel, dan penulis pernah menjumpai pada suatu tambak di Jakarta dengan jumlah 150 juta specimen per liter. Familia Phacotacae bentuknya seperti Chlamydomonas, hanya mempunyai rumah seperti doos yang berdinding tebal. Genus Chlamydomonas mempunyai berpuluh-puluh species, dan hanya dapat ditemukan nama latinnya bila diketahui daur hidupnya karena tiap species mempunyai cara-cara sendiri membuat zoospora atau gamet.

Volvocales yang merupakan koloni-koloni ialah genera: Pandorina, Pleudorina, Eudorina, Platydorina dan Volvox. Juga genera ini hidup di perairan yang banyak mengandung organic-matter atau species yang sudah larut. Jika kolam dipupuk dengan pupuk kandang, genera-genera tersebut dapat tumbuh baik; di Bogor sering timbul genus Volvox, bila kolam dipupuk dengan kotoran kuda.

Kecuali Volvox genera tersebut diatas berkembang biak melalui autospora atau dengan jalan oogami; dengan autospora misalnya pada Pandorina, suatu koloni yang terdiri dari 16 sel, tiap sel ini dapat membelah diri sekaligus sampai 16 babagian, dan tiap bagian menjadi satu sel dari koloni baru. Pembagian protoplasma ini sekaligus artinya tidak secara cleaving: 1 protoplasma menjadi 2 bagian, menjadi 4 bagian, menjadi 8 bagian dan seterusnya, seperti halnya pembelahan dari zygote Vertebrata. Perkembang biakan secara autospora dan oogami terjadi silih berganti dan saatnya disesuaikan dengan keadaan lingkungan.

Lain halnya dengan genus Volvox, yang bentuknya cukup besar sampai dapat dilihat tanpa alat pembesar. Jumlah sel

dalam koloni bervariasi dari 500 sampai 20.000 sel, tergantung kepada speciesnya. Volvox aureus terdiri dari 500 a 600 sel; Volvox globator, merupakan specimen yang terbesar dan dapat terdiri dari ± 20.000 sel. Volvox ini berkembang biak tidak lagi melalui autospora, tetapi membelah diri secara cleaving (vegetatif) dan oogami. Memang sukar membelah diri secara autospora seperti dari Volvox globator, dimana misalnya 1 sel sekaligus harus membelah diri sampai 20.000 bagian, dan cara pembelahan ini diganti dengan cara cleaving, yaitu beberapa sel telur turun ke bawah (banyaknya sel yang turun ke bawah ini sesuai dengan macam speciesnya) dan tiap sel mengadakan cleaving sampai terjadi blastula-blastula kecil, dimana 2 flagel dari tiap sel ada di dalam blastula ini, dan karenanya tidak dapat bergerak dalam ruangan induknya. Setelah blastula-blastula ini mengadakan proses invaginasi, maka 2 flagel dari tiap sel ada diluar blastula, pada saat inilah, blastula-blastula dapat bergerak di dalam ruangan induknya dan dapat menerobos keluar dari dinding induknya untuk menjadi specimen-specimen dewasa. Berkembang biak secara vegetatif ini juga diseling dengan generatif, dimana sel sel ada yang menjadi anteridium dan oogonium. Dan zygote terjadi sesudah diadakan pembuahan ovum yang ada dalam oogonium dengan spermatoid dari antheridium. Dengan cara ini, maka, jika habitatnya menjadi kering stadia vegetatif terpaksa mati, sedangkan zygote-zygote dapat bertahan terhadap kekeringan dan akan bersemi jika ada air lagi pada habitatnya. Banyak macam species yang berumah satu, artinya oogonium dan antheridium terdapat dalam satu specimen; ada pula species-species lain yang berumah dua, artinya satu specimen hanya mempunyai antheridium, atau satu specimen hanya mempunyai oogonium, sehingga mengadakan pembuahan harus ada specimen 'jantan' dan specimen 'betina' berdekatan.

Dalam ilmu evolusi hewan, specimen Volvox dianggap sebagai makhluk dengan stadium blastula sebagai stadium pengha-

bisan (end stadia); dalil evolusi dari Ernest Haeckel menyatakan bahwa 'Stadia embrionik dari suatu hewan merupakan rekapitulasi dari macam-macam nenek moyang hewan tersebut'. Hanya dalam hal Volvox tidak begitu tepat, karena Volvox ialah tumbuh-tumbuhan; lain halnya dengan Hydra, genus dari phyllum Coelenterata (Cnidaria) yang hidup dalam air tawar, yang bentuk tubuhnya hampir sama dengan stadia 'gastrula' dalam embrio Vertebrata; dengan perkataan lain menurut Haeckel (yang mendapat banyak tantangan dari ahli-ahli evolusi) salah satu bentuk dari nenek moyang Vertebrata ialah 'seperti' Hydra.

Kembali pada genus Volvox, jika kedaan lingkungan baik maka tiap Volvox muda yang keluar dari induknya, dalam 4 a 5 hari (dalam tabung reaksi) dapat menjadi dewasa, dan dapat menghasilkan volvox-volvox muda. Maka tidaklah heran, bila diadakan pemupukan dengan pupuk kandang, dalam 1 minggu terjadi blooming Volvox dan lain-lain species dari Volvocacae. Di Sukabumi, dimana kolam-kolam dipupuk dengan kotoran kuda, selalu terdapat banyak species Volvocacae dan lain-lain; produksi kolam-kolam tempat dipelihara ikan-ikan mas, tambahan, nilem dan sebagainya, agak tinggi, dan secara ilmiah semata-mata ikan ini dibuat dari kotoran dan air kencing kuda. Di Sukabumi kadang-kadang kuda dibuat di pinggiran atau di atas kolam-kolam dan kuda-kudanya sendiri digunakan untuk menarik dokar. Inilah suatu 'food-chain' yang sangat menguntungkan; beberapa pemelihara ikan dengan metoda ini, dengan hasil-hasil kolam dapat naik haji.

Perlu diterangkan disini, bahwa, tidak semua ikan pada kolam-kolam semacam tersebut di atas, makan fitoplankton atau zooplankton, karena juga terdapat banyak udang-udangan tingkat rendah seperti Moina, dan sebagainya, disamping benthal-fauna seperti cacing, Mollusca kecil dan sebagainya; benthal-fauna mendapat cukup makanan dalam bentuk detritus halus, berasal dari fitoplankton yang mati dan mengendap.

Fitoplankton dari Chlorococcales.

Nama ordo ini sebetulnya sudah tidak tepat lagi, karena bentuk-bentuk specimen sudah tidak berupa bulatan seperti kokus, tetapi bentuknya beraneka ragam, teristimewa species-species yang uniselluler, dan ada yang merupakan koloni. Biasanya jika kolam-kolam dipupuk dengan pupuk dari bahan anorganik, seperti ZA dan phosphat, maka timbullah blooming dari species-species, yang uniselluler maupun yang berkoloni seperti Chlorococcum, Scenedesmus, Pediastrum dan sebagainya dan dapat mewarnai air kolam jadi hijau.
Tetapi sering kali juga terjadi blooming Euglena, yang tidak begitu menguntungkan untuk ikan-ikan seperti halnya di kolam-kolam yang ada di Sukabumi, Bandung dan lain-lainnya, karena air yang dimasukkan dalam kolam-kolam juga banyak mengandung organic-matter, Chlorococcales maupun Volvocales dapat mudah dicernakan, karena dindingnya tipis dan mudah pecah, enzym-enzym dalam usus dapat melarutkan isi-isi sel.

Jenis-jenis dari Chlorococcales yang uniselluler dan terdapat banyak di Indonesia ialah: Chlorococcum, Golenkinia, Selenastrum, Kirchneriella, Actinastrum, Raphidium, Ankistrodesmus, Tetrapedia, Richteriella; sedangkan yang merupakan koloni-koloni terdiri dari species-species: Herriota, Scenedesmus, Pediastrum, Coelastrum, Sorastrum, Dyctiophococcus dan Hydrodiction.

Hydrodiction ini sudah tidak lagi hidup sebagai plankton tetapi merupakan jaringan; sel-sel merupakan segi enam atau segi lima. Hydrodiction hidup di sawah-sawah dan panjangnya sampai 30 cm. Seperti telah diterangkan cara berkembang biaknya sangat unik: tiap sel protoplasmanya membelah diri sampai + 2.000 zoospora; tiap zoospora dapat menjadi satu sel, dan 2.000 sel ini nanti dapat merupakan jaringan yang bentuknya seperti induknya.

Fitoplankton dari Conjugales.

Ordo Conjugales ini terdiri dari unicellulair-algae dan filamentous-algae, merupakan benang-benang yang panjang. Genera-generanya antara lain: Spirogyra, Sirogonium, Zygnema, yang terdapat banyak di kolam-kolam air-tawar; teristimewa Spirogyra, sering kali terdapat begitu banyak di kolam-kolam penetasan ikan mas, sampai benih-benih ikan yang masih kecil terjerat diantara benang-benang Spirogyra ini dan dapat mudah menjadi mangsa dari serangga-serangga air seperti: Notonectida corixa, larva-larva dari Cybister, yang dengan mudah dapat menangkap burayak-burayak ini, dan mengisap darahnya dengan alat penusuk yang khusus guna keperluan ini. Juga di sawah-sawah yang baru mulai ditanam terdapat banyak Spirogyra. Filamentous-algae ini pada umumnya tidak dimakan oleh ikan-ikan dewasa karena terlalu panjang dan sukar ditelan; biasanya dengan 2 ppm $CuSO_4$ Spirogyra ini dapat diberantas; kupri sulfat ini sudah lama terkenal sebagai alga

Conjugales yang uniselluler, semuanya termasuk familia Desmidiacae dan semua hidup sebagai fitoplankton. Desmidiacae (=desmids, Inggris) ini menarik perhatian para Algolog di seluruh dunia, karena sangat indah bentuknya; hampir pada tiap negara di Eropa dan USA, ada Algolog yang mempunyai minat untuk mengumpulkan semua desmids yang ada di negaranya. Dilihat dari sudut Limnologi desmid ini intersan, tidak saja karena bentuknya beraneka macam, tetapi juga dapat digunakan sebagai indikator perairan tawar yang agak asam sifatnya, dengan pH diantara 5 dan 7; ini disebabkan karena kekurangan $CaCO_3$ yang berfungsi sebagai buffer, sehingga perbedaan pH selama waktu 24 jam tidak terlalu besar. Sudah tentu desmids hanya dapat berkembang dengan baik jika semua unsur (mineral) yang dibutuhkan tersedia dalam habitatnya. Desmids berkembang baik dan bentuknya indah-indah bila pH perairan 5,5 atau 6,5; ini sudah dibuktikan oleh Desmidiolog di seluruh dunia. Penulis juga mempunyai pengalaman, bahwa memang

desmids di perairan ber-pH 5,5 atau 6,5 bentuknya indah-indah; ini tidak berarti perairan yang pH-nya antara 7 dan 8,4 tidak terdapat desmids, hanya ukurannya kecil, kuantitatif serta kualitatif sedikit, dan bentuknya tidak begitu indah. Di perairan yang pH-nya sekitar 7,5 dan 8,4 seperti di Ciburuj, selalu terdapat desmids, tetapi specimen-specimennya kecil (kerdil) dan sebagian besar terdiri dari genera Cosmarium dan Staurastrum.

Desmidiacae ini merupakan sel-sel yang uniselluler, dan hidup sebagai plankton, diantara tumbuh-tumbuhan.

Tiap sel terdiri dari 2 (dua) semi-sel yang simetris bentuknya, sedangkan letak intinya di tengah-tengah sel, dimana ada isthmus, yaitu bagian tengah yang sempit (lihat Gambar).

Dinding sel terdiri dari 2 lapisan yang konsentris; lapisan luar membentuk tonjolan-tonjolan tertentu dan merupakan ornamen-ornamen yang indah. Berhubung dengan adanya ornamen-ornamen inilah, maka bentuk sel-sel desmids sangat beraneka warna.

Di seluruh dunia sekarang ada ± 7,000 taxa desmids di bagi-bagi kedalam species, sub-species, varietas dan forma; jika menemukan 'penonjolan' baru ada, suatu varietas, dengan sistematikus yang menyelidikinya, pada nama Latinnya yang sudah ada diberi tambahan forma 'a' atau forma 'b'.

Memang hal ini tidak penting untuk ikan atau untuk ilmu limnologi, akan tetapi untuk sitematikus dan genetikus dan sebagainya sangat penting. Tujuh ribu taxa ini hanya merupakan 30 genera; tiap genus dapat terdiri dari banyak sekali species, sub-species, sub-varietas, forma dan sebagainya.

Jika kita hendak mengadakan koleksi desmids sebanyak mungkin, maka kita harus memeras tumbuh-tumbuhan, teristimewa Hydrilla verticillata Presl dan Utricularia; air perasan ditampung dalam botol dan agar warnanya tetap hijau, pada tiap 10 cc monster plankton diberi 4 a 5 tetes larutan $CuSO_4$ yang jernih. Seperti diketahui larutan $CuSO_4$ merupakan racun

untuk algae, (o,2 ppm sudah dapat membunuh alage) memfiksasi klorofil dan tidak larut dalam air atau berobah warna hijaunya.

Perairan-perairan yang agak asam sifatnya, terdapat banyak sekali di Indonesia, teristimewa di perairan bebas di dataran rendah yang ada di Kalimantan, di Sumatera Selatan dan Sumatera Timur.

Pada umumnya rawa-rawa atau danau-danau yang ada di sepanjang sungai-sungai besar di Kalimantan dan Sumatera, fitoplanktonnya 40 sampai 60% terdiri dari Desmidiacae. Seringkali juga di danau-danau di dataran tinggi seperti, danau Kerinci di Sumatera Tengah dan danau Bratan di Bali, dimana pH-nya lebih kecil dari 7, terdapat banyak sekali Desmidiacae.

Dataran, di sekitar Depok dan Cibinong, diantara Bogor dan Jakarta, tempat terdapat berpuluh-puluh danau-danau kecil, dapat dijumpai banyak Desmidiacae dan tumbuh-tumbuhan air tingkat tinggi; demikian juga pada rawa-rawa, vegetatif hampir sama keadaannya. Seringkali soal Desmidiacae ini, digunakan sebagai bahan untuk pembuatan skripsi-skripsi -- mahasiswa-mahasiswa dari fakultas Biologi dalam mata ajaran Ekologi-Botani tingkat rendah atau Planktonologi.

Sejak semula Botanisi dari Kebun-Raya seperti Bernard dalam tahun 1908 atau Schmidle dari Jerman, dan lain-lain, mempunyai perhatian terhadap desmid ini. Yang mengumpulkan banyak desmids, ialah Limnolog-limnolog Ekspedisi Sunda. Desmidiolog Krieger dapat menemukan 380 taxa. Juga penulis mempunyai perhatian terhadap desmids, dan waktu survey mengumpulkan sebanyak mungkin dilihat dari sudut Limnologi, Ekologi dan Ilmu-perikanan (sebagai makanan ikan). Desmids yang dikumpulkan selama 6 tahun dikirim ke Scott dan Prescot di USA, dan hasil-hasilnya dipublikasikan dalam majalah Hydrobiologia pada tahun 1961. Mereka menemukan 526 taxa merupakan taxa baru; jadi lebih banyak dari pada koleksi Ekspedisi Sunda.

Di seluruh dunia terdapat banyak literatur mengenai desmids ini, dan telah diketahui bahwa banyak species tertentu terdapat di seluruh dunia, dari daerah tropik sampai ke daerah ke dekat Kutub Utara, misalnya di Pulau Nova-Zembla dan sebagainya; menurut teori memang dahulu 5 benua ini berkumpul jadi satu.(teori dari Wegenar).

Genera yang terdapat banyak di perairan Indonesia ialah: Micrasterias, Staurastrum, Closterium, Pleurotaenium, Triplóceros, Euastrum, Cosmarium, Anthrodesmus, Xanthidium, Spondylosum, Onychonema, Desmidium.

Cara berkembang biak mereka dengan pembelahan diri diselingi dengan konyugasi.

Justeru karena harus mengadakan konyugasi inilah maka specimen-specimen harus berdekatan, dan ini akan mudah tercapai bila specimen-specimen bergerombolan diantara daun-daun dari tumbuh-tumbuhan; inilah sebabnya mengapa kita harus memeras tumbuh-tumbuhan, agar mendapat banyak specimen-specimen desmids.

Telah dibuktikan pula bahwa desmids yang ada pada perairan terbuka sebagai plankton, lebih sedikit dari pada yang ada di antara tumbuh-tumbuhan. Perlu diterangkan disini bahwa bentuk-bentuk dari zygote-nya juga indah, seringkali lebih indah dari bentuk specimennya sendiri, dan dapat digunakan untuk determinasi.

Kebanyakan dinding dari desmids berpori tempat lendir dapat dikeluarkan; dengan lendir ini mereka dapat bergerak, agar dapat saling mendekati guna mengadakan proses konyugasi bila ada subtrat, teristimewa bila specimen-specimen bergerombol pada daun tumbuh-tumbuhan; bahkan sudah diketahui bahwa beberapa macam species tertentu terdapat dalam satu lapisan lendir yang tebal, mengadakan asosiasi, dan merupakan suatu biocoenose.

Desmidiacae mudah dicernakan biarpun dinding berlapis dua, tapi terdapat pori dimana enzym-enzym dapat memasuki sel

untuk dilarutkan protoplasmanya seperti halnya dengan [illegible] specimen-specimen Diatomae yang berdinding tebal dan kuat, t tetapi pada Diatomae disamping terdapat pori terdapat pula raphe.

Beberapa species seperti Desmidium, Spondylosum dan lain-lain jika mereka mengadakan proses pembelahan, sel-selnya tetap bergandeng satu sama lain karena adanya lendir dan merupakan filamen; akan tetapi ada juga yang terpaksa bergandeng (berendeng) terus jika mengadakan pembelahan diri karena struktur dindingnya begitu rupa sampai dapat saling mengait, seperti dengan Micrasterias foliacae dan lain-lain. Juga ada kalanya 2 species yang berlainan bentuk, mengadakan konyugasi, dan specimen-specimen yang keluar dari zygote merupakan 'baster', dimana 2 semisel berlainan bentuknya, seperti halnya dengan genus Ichthyodontum, yang baru diketemukan di Manggala, Sumatera Selatan.

Sebenarnya tidak semua sel terdiri dari 2 semisel yang simetrik tetapi beberapa genera seperti Penium, Mesotaenium, Closterium, Gonatozygon, mempunyai bentuk sel yang di tengah tenga nya tidak terdapat isthmus.

PLANKTON DARI PHYLLUM CHRYSOPHYTA

Phyllum Chrysophyta ini terdiri dari classis Xanthophycae, Chrysophycae dan Bacillariophycae; menurut systematika lama, ketiganya merupakan classis-classis subphyllum Algae.

Alasan-alasannya mengapa mereka disatukan menjadi satu phyllum, ialah karena:

a). Dinding sel diperkuat dengan bahan silikat,

b). Sel, terdiri dari 2 bagian; tutup dan wadah, yang pinggirdari tutupnya agak melebihi ukuran pinggiran wadahnya (overlapping).

c). Macam makanan cadangan hampir sama dan terdiri dari leukosin (kabohidrat) dan minyak (lemak) yang agak kuning warnanya.

d). Pigmen-pigmennya terdiri dari karotin dan ksantofil yang kedua-duanya agak kuning warnanya, sehingga Chrysophyta ini disebut juga Alga kuning.

e). Pada umumnya stadia generatif phyllum ini berflagel, yang tidak sama panjangnya dan juga tidak selalu sama bentuknya. Chrysophyta ini juga diberi nama: Heterokontae (alga yang flagel-flagelnya tidak sama panjangnya).

I. Fitoplankton dari Diatomae (Bacillariophycae).

Diatomae, sebagai plankton mempunyai peranan yang sangat penting untuk perikanan, bila kita ingat bahwa fitoplankton yang terpenting di laut terdiri dari Diatomae. Jika seandainya alam tidak menciptakan Diatomae, maka produksi ikan laut tidak akan sebanyak seperti sekarang ini.

Nama Diatomae berasal dari kata diatom, berarti terdiri dari dua bagian dimana tiap bagian tidak dapat dibagi-bagi lagi. Memang seperti namanya, sel Diatomae terdiri dari 2 bagian: epiteka yang merupakan tutup, dan hipoteka yang merupakan wadahnya. Sedangkan nama Bacillariophycae, berarti bentuk-bentuknya seperti batang =(bacil); memang sebagian besar

bentuk sel-sel Diatomae seperti batang, tetapi banyak juga sel-sel yang sama sekali tidak seperti batang bentuknya, seperti halnya specimen-specimen dari genera Surirella dan dan Biddulphia dan sebagainya. Habitat-habitat Diatomae ialah dalam air sebagai plankton, pada dasar perairan (yang masih dapat disinari) sebagai bentos; atau menempel pada benda-benda lain (hidup atau mati) sebagai perifiton. Biarpun dinding-dinding Diatomae, sangat keras dan tidak dapat membusuk atau larut dalam air, tetapi karena strukturnya, poreus, dan terdiri dari tutup dan wadah yang mudah membuka, maka enzym-enzym dapat melarutkan isi-isi sel Diatomae. Maka sel-sel yang dikeluarkan sebagai feses bentuknya masih utuh dan rapi, hanya bagian dalamnya sudah kosong. Sangatlah kebetulan bahwa dinding Diatomae poreus dan tidak diliputi oleh lendir yang tebal, karena jika tidak mempunyai sifat-sifat tersebut diatas, maka Diatomae tidaklah berguna sebagai makanan utama untuk ikan-ikan di laut.

Sebagai produsen-primer, Diatomae selain dimakan oleh ikan-ikan yang baru menetas, atau oleh specimen-specimen ikan yang kecil, terutama dimakan oleh zooplankton, berupa jenis-jenis Copepoda yang besar seperti Calanus, Eucalanus atau specimen-specimen kecil dari udang-udang tingkat tinggi seperti dari golongan Mysidacae dan Euphausiacae, dan lain-lain.

Bentuk-bentuk dinding sel Diatomae.

Atas dasar perbedaan-perbedaan struktur dindingnya Diatomae dibagi dalam 2 golongan besar: Pennatae dan Centricae. Prinsip perbedaan antara Pennatae dan Centricae ialah bahwa pada Pennatae tutup dan wadahnya ada raphe, 'suatu lobang yang memanjang dari ujung ke ujung sel, dimana lendir dari dalam sel dapat keluar', sedangkan Centricae tidak mempunyai raphe dan bentuk tutup serta wadahnya agak bundar seperti lingkaran dan ada gambaran-gambaran atau struktur yang yang sifatnya sentrik., Pennatae jika ada subtrat, dapat bergerak maju atau mundur, teristimewa golongan-golongan yang

hidup benthal, misalnya pada dasar sawah, kolam-kolam dan sebagainya.

Sebagian besar Pennatae hidup di air-tawar, sebagai plankton, perifiton atau bentos; mempunyai bentuk yang agak panjang, uniselluler dan tidak mempunyai spina-spina atau chaetae. Lain halnya dengan Centricae, yang sebagian besar hidup di laut sebagai plankton, jika harus melayang maka sel-sel bergandengan merupakan koloni, dan mempunyai bentuk chaetae yang beraneka macam, panjang dan berduri (lihat Gambar) agar mudah melayang., Maka berhubung dengan bentuk sel yang bermacam-macam ini, jika Centricae dikumpulkan dalam botol sampel, Diatomae ini kelihatan seperti kapuk (tidak dapat mengendap rapi) dan berwarna agak kuning coklat karena banyak mengandung karotin dan ksantofil.

Semua ini dapat dilihat, jika kita mengumpulkan Diatomae dengan plankton-net nomor 25 di Teluk Jakarta, karena selalu ada blooming Diatomae sepanjang tahun.

Genera-genera dari Centricae yang kosmopolit ialah: Chaetoceros, Eucampia, Skeletonema, Nitzschia, Gyrosigma, Rhizosolenia, Biddulphia, Dytilum, Stephanodiscus, Coscinodiscus, Melosira, Bacteriastrum dan Thalassiothrix. Bentuk Coscinodiscus seperti petri-disc, dan pada wadah serta tutupnya terdapat sculpture yang beraneka warna dan berguna untuk menentukan nama Latinnya (determinasi). Pada umumnya mendeterminir Diatomae Laut agak lebih mudah dari pada Diatomae air-tawar, karena Diatomae laut mempunyai chaetae yang specifik bentuknya, sedangkan pada Diatomae darat harus melihat sculpture pada dinding-dindingnya. Navicula suatu species yang paling sederhana bentuknya (dari perkataan naval/navy = bentuk 'perahu') ada kira-kira 100 species; tiap species ini ditentukan oleh faktor-faktor: panjang lebar dan macam-macam garis yang ada pada tutupnya (raphe-side) atau sculpture yang ada disisinya (lateral-side atau girdle-side). Berhubung dengan bentuk Pennatae, jika dilihat dengan

mikroskop, dari raphe side atau dari bentuk tutup atau wadahnya, Navicula selalu terlihat mirip dengan bentuk perahu.

Bentuk tutup dan wadah golongan Pennatae beraneka macam, dan ini umumnya digunakan untuk menentukan nama Latinnya, (lihat Gambar).

Genera dari air-tawar (Pennatae) yang kosmopolit ialah: Navicula, Gomphonema, Cymbella, Cocconeus, Surirella, Eunotia, Pinnularia, Phopalpidea, Nitzschia, Epithemia, Asterionella, Synedra, Gyrosigma, Pleurosigma dan lain-lain.

Jenis-jenis Pleurosigma dan Gyrosigma bentuk raphe-sidenya hampir sama yaitu 'sigmoid' (= seperti bentuk huruf S) tetapi sculpture-nya berlainan: pada Gyrosigma garis-garisnya memotong dalam siku-siku 90°, sedangkan pada Pleurosigma garis-garisnya memotong tidak dalam siku 90° (lihat Gambar). Semua genera yang hidup benthal dapat bergerak pada dasar perairan.

Ekspedisi Sunda dapat mengumpulkan ratusan species golongan Pennatae berasal dari segala macam habitat, dan species species yang berasal dari tanah Diatomae, Juga telah diketemukan berpuluh species yang sudah punah, artinya species itu tidak hidup lagi di dunia ini dan merupakan fosil. Semua Diatomae dari ekspedisi ini dideterminir oleh ahli Diatomae Prof. Hustedt.

Terjadinya tanah Diatomae.

Diatomae sebagai plankton di laut maupun di danau-danau jika mati atau dikeluarkan sebagai feses oleh segala macam konsumen, mengendap sampai di dasar laut atau dasar danau, dan berada di dasar-dasar itu sampai jutaan tahun tanpa membusuk atau berubah struktur dindingnya. Dinding Diatomae terdiri 100% dari silikat, sehingga tidak dapat hancur atau busuk. Menurut literatur, jutaan km^2 dasar laut dekat Kutub-Utara dan di daerah zona subtropik diliputi oleh lapisan tebal dari endapan dinding-dinding Diatomae.

Oleh macam-macam proses geologi sering kali dasar laut yang diliputi oleh tanah Diatomae, yang tebalnya dari beberapa

meter sampai puluhan meter itu terangkat sampai diatas permukaan laut, menjadi pulau-pulau atau dataran-dataran tinggi di benua-benua. Misalnya di pegunungan Alpen atau Himalaya terdapat sisa-sisa atau lapisan tanah Diatomae dari laut. Inilah suatu peristiwa yang kebenarannya tidak dapat disangkal lagi. Jadi adanya tanah Diatomae yang berasal dari laut di Alpen, atau Himalaya membuktikan bahwa Himalaya dan Alpen tersebut, dahulu merupakan lautan; bahkan umur dan terjadinya Himalaya dan Alpen dapat ditentukan dengan pasti, dengan mencari sisa-sisa radio isotop berasal dari uranium atau thorium. Begitu pula, terjadi tanah Diatomae yang berasal dari dasar-dasar danau, seperti halnya tanah Diatomae yang ada di pulau Samosir, atau di pantai sekitar Danau Toba bagian barat yang merupakan pegunungan-pegunungan kecil; di pulau Jawa terdapat tanah-tanah Diatomae yang berasal dari laut maupun dari danau.

Di Cicurug (Selatan Bogor) dan di waduk Darma dekat Kuningan, terdapat tanah Diatomae dari danau-danau yang terdiri dari genera-genera yang hampir sama.
Diantara Semarang dan Sala, terdapat tanah Diatomae yang berasal dari laut, begitu pula di Pegunungan Kapur di Rembang Surabaya terdapat lapisan-lapisan Diatomae yang berasal dari laut.

Tambang Diatomae.

Jika kita berbicara tentang tambang Diatomae, ini berarti bahwa tanah Diatomae, berguna untuk industri.

Memang begitulah, di Kalifornia dekat pantai ada gunung Diatomae yang tingginya berpuluh-puluh meter, dan terjadi menurut perhitungan pada perioda Tersier.
Guna tanah-tanah Diatomae ialah untuk:

a). Bahan-bahan bangunan seperti bata, dan genteng.
b). Bahan isolator karena tahan panas, dipakai dalam industri listrik, dan sebagainya.
c). Sebagai absorban untuk dinamit, dan dengan proses ini bahan dinamit yang seperti minyak kelapa, dapat disimpan berupa 'batang-batangan'.

d). Sebagai bahan kimia: 'kiesal-gur' yang terdiri dari silikat murni.

e). Untuk mentes lensa-lensa mikroskop dengan melihat 'garis-garis' yang sejajar pada dinding sel Diatomae atau untuk bahan campuran tapal-gigi dan sebagainya.

Pada jaman penjajahan Belanda pernah tanah-tanah Diatomae dari Danau Toba diangkat ke Eropa untuk keperluan industri tanah Diatomae. Jika tanah Diatomae sudah tua, warnanya putih dan bersih dari detritus. Jika warna tanah-Diatomae agak ke abu-abuan ini berarti tanah Diatomae masih muda, diantara specimen-specimen masih terdapat banyak detritus, dan jika dijual harus dibersihkan dahulu, sebelum digunakan untuk keperluan industri.

Jadi tanah-Diatomae berguna untuk industri, berguna untuk ilmu-ilmu pengetahuan lainnya yaitu Geologi dan Paleontologi.

Diatomae sebagai sumber vitamin A dan D.

Kita semua mengetahui bahwa levertraan mengandung vitamin A, dan vitamin D serta minyak yang dibuat dalam hati (hepar) ikan hiu atau ikan kabeljauw (di Eropa), tetapi tidak semua mengetahui bahwa vitamin A ini berasal dari Diatomae.

Diatomae sebagai produsen primer di lautan yang terpenting karena mengandung Beta-karotin dan cadangan lemak berupa minyak dimakan oleh zooplankton, oleh ikan-ikan kecil maupun ikan-ikan buas seperti ikan-hiu dan kabeljauw (cod) ini. Karotin sebagai pro-vitamin A dapat larut dalam minyak cadangan yang ada pada Diatomae, sedikit demi sedikit berkumpul pada makhluk-makhluk yang merupakan rantai makanan terkecil dan akhirnya ditimbun dalam hati ikan buas tersebut diatas; sudah tentu vitamin A dan minyak tersebut juga digunakan oleh makhluk-makhluk yang merupakan rantai, tetapi tidak habis terpakai dan sisa-sisanya pindah sampai ke ikan-ikan buas tersebut.

Cara berkembang biak Diatomae.

Diatomae dapat berkembang-biak melalui pembelahan diri dan konyugasi. Pada proses pembelahan diri, sesudah intinya menjadi dua maka tutup dan wadah mulai berpisah dan masing-masing membawa spora dari protoplasma; sesudah itu masing-masing belahan membuat dinding baru begitu rupa sehingga dinding yang baru dibuat menjadi wadah-wadahnya. Dengan cara-cara membelah diri ini maka ada specimen-specimen baru yang besarnya selalu sama dengan induknya akan tetapi ada specimen-specimen yang menjadi lebih kecil, sampai ukuran terbatas. Specimen-specimen yang mencapai ukuran terkecil ini harus mengadakan konyugasi; gumpalan protoplasma dari hasil bercampurnya 2 protoplasma ini membesar sampai ukuran protoplasma dari induknya semula dan sesudah itu protoplasma ini membuat hipoteka dan epiteka dengan ukuran-ukuran yang sama dengan induknya tadi. Proses pembelahan dan konyugasi ini baru diketahui, setelah para ahli membuat kultur-kultur Diatomae dalam laboratorium.

Genera Diatomae yang penting dalam Perikanan Darat.

Genus Surirella mempunyai sculpture yang indah, merupakan specimen Diatomae air-tawar yang terbesar. Ada species-species yang hidup sebagai plankton dan ada species-species yang merupakan bentos. Ekspedisi Sunda menemukan 28 species di Indonesia, sedangkan diantara tanah-diatomae yang ada di pantai barat diketemukan 60 species yang sudah menjadi fosil. Genera Gyrosigma dan Pleurosigma sering diketemukan sebagai bentos di tambak-tambak sesudah dasar dikeringkan dan diberi air untuk pertama kali; diketemukan dalam arus-arus banding yang masih kecil sampai ukuran glondongan (fingerling, panjang 10 a 12 cm). Genus Melosira yang bentuknya agak panjang, sepanjang tahun diketemukan di Rawapening dalam jumlah besar.

Genus Denticula spp terdapat banyak di tanah-tanah Diatomae di Cicurug maupun di Telaga Warna, dan juga terdapat

banyak di laut tawar di Aceh. Pada dasar laut tawar terdapat banyak sekali Diatomae dari genus Denticula spp dan lain-lain genera dalam jumlah yang banyak, dan besar kemungkinan nanti sesudah ratusan tahun menjadi tanah-Diatomae.

Juga di dasar-dasar danau seperti danau-danau di sekitar gunung Lamongan, pada bentosnya selalu terdapat Diatomae dari genera Synedra dan Nitzschia, yang bentuk-bentuknya seperti jarum. Di danau Klakah dan Ranu Lamongan pernah didapatkan luar biasa banyak Diatomae, yang menurut Ekspedisi Sunda ada 100 juta specimen Diatomae per liter. Beberapa genus seperti Navicula, Gomphonema dan lain-lainnya, dapat menempel dengan lendirnya pada tumbuh-tumbuhan, atau pada akar-akar pleuston seperti Euchhornia crassipes, Pistia striotes, dan lain-lain sebagai perifiton.

II. Fitoplankton dari Xanthophycae.

Classis Xanthophycae, diberi nama demikian, karena pigmen ksantofil terdapat banyak, dan bersamaan dengan pigmen-pigmen klorofil dan karotine menjadikan alga ini berwarna kuning-hijau.

Banyak genera dari Xanthophycae ini hidup saprofitik biarpun masih mempunyai pigmen-pigmen guna keperluan fotosintesis; kalau perlu mereka juga dapat hidup dalam tempat agak gelap, asal ada cukup organic-matter.
Daur hidupnya masih tetap seperti genera-genera yang holofitik. Contoh genus yang saprofitik ialah Chloramoeba, artinya amoeba berwarna hijau, dapat bergerak seperti amoeba biasa (Protozoa) dan menangkap benda-benda makanan dari lingkungannya.

Genus Chlbramoeba heteromorpha, berarti genus ini berubah-ubah seperti amoeba biasa. Stadia generatif seperti zoospora mempunyai 2 flagel yang tidak sama panjangnya, dan bentulnya ada 2 macam; tinsel-type yang pada flagelnya ada rambut halus, dan whiplash-type yang bentulnya seperti cambuk.

Berhubung dengan ini maka Xanthophycae juga diberi nama Heterokontae (flagel tidak sama panjang). Specimen-specimen plankton banyak terdapat di air tawar, lebih banyak dari pada di laut, tetapi sangat sukar untuk mendeterminasinya karena harus melihat struktur flagel-flagelnya yang halus itu.

Botryococcus braunii Kutz

Jenis Botryococcus, hanya mempunyai satu species, merupakan kosmopolit; termasuk ordo Heterocapsinae (banyak sel-sel yang berkapsul) dari classis Xanthophycae. Telah dikatakan, bahwa specimen ini tidak menguntungkan untuk ikan, karena sukar dicernakan; di pulau Jawa terdapat di Ciburuj, Telaga-Warna, di waduk-waduk (Cileunce) di dataran tinggi Pengalengan dan juga di danau Towuti di Sulawesi Tengah.

Ekspedisi Sunda menemukan Botryococcus ini hampir di semua danau besar di Sumatera maupun di Pulau Jawa. Juga ditemukan banyak specimen plankton yang sangat kecil dan termasuk ordo Heterococcales, artinya berbentuk seperti kokus, hanya besarnya yang berlainan; sebagai contoh genera Ophiocytium, Centritractus dan Pseudotetranae yang sering terdapat di kolam-kolam.

Perlu diterangkan disini bahwa diantara banyak sistematisi masih belum ada kata sepakat, apakah genera-genera tersebut diatas digolongkan phyllum Chlorophyta atau Chrysophyta.

III. Fitoplankton dari Chrysophycae.

Genera-genera Chrysophyta yang mempunyai peranan penting dalam Hidrobiologi dan Planktonologi ialah:

1) Coccolith spp.
2) Synura spp.
3) Chrysamoeba.

Genus Coccolith belum lama diketahui karena sangat kecil (0,5 mu) berdinding kapur, dan dapat diketemukan sebagai tanah kokolit yang tebal pada dasar laut yang tidak begitu dalam; sebagai makanan ikan tidak begitu penting, karena terlalu kecil.

Genus Synura, merupakan koloni kecil yang terdiri dari sel-sel yang berflagel. Menurut para ahli evolusi, specimen dapat dipersamakan dengan morula-stadium dari embriologi Vertebrata; artinya dalam evolusi Synura ini paralel dengan blastula stadium, yang berupa Volvox. Tetapi tidak begitu cocok pula seperti halnya dengan Volvox, karena Synura tumbuh tumbuhan, dan bukan hewan. Genus Chrysamoeba, persis dengan Gametamoeba dari Chlorophyta; bentuknya seperti Amoeba yang mempunyai sedikit klorofil dan hidup seperti Amoeba biasa, dapat mengambil makanan seperti Rhizopoda, tetapi cara penghidupannya seperti species-species yang holofitik, jadi menurut systematika tetap suatu saprophytic-type dari Chrysophycae.

PLANKTON DARI EUGLENOPHYTA

Phyllum ini 90% hidup dalam air-tawar yang mengandung banyak organic-matter. Pada permukaan perairan yang tidak bergerak, beberapa genera dari golongan Euglenacae dapat membentuk kista yang menutupi seluruh permukaan perairan dan berwarna merah, hijau, kuning atau warna-warna campuran ketiganya.

Sifat-sifat umum lainnya:

1). Mempunyai titik merah pada bagian anterior dalam tubuhnya yang sensitif terhadap sinar; bagian ini dianggap sebagai "mata"-nya. Berhubung dengan ini maka phyllum ini diberi nama Euglenophyta: eu, berarti sungguh-sungguh, glenos berarti mata, maka Euglenophyta berarti flora yang sungguh-sungguh mempunyai mata.
Telah dikatakan bahwa phyllum ini terdiri dari holophytic, saprophytic dan holozoic-type; hanya holozoic-type ini tidak mempunyai pigmen merah (=mata).

2). Holophytic-type mempunyai cadangan makanan karbohidrat, yang disebut paramilum, protein dalam bentuk pirenoid dan lemak; mempunyai flagel yang agak panjang, yang seringkali melebihi panjang tubuhnya. Dalam mikroskop biasa flagel ini sukar dilihat; yang dapat dilihat hanya bayangannya atau gerak air, yang disebabkan oleh flagelnya. Flagel dalam preparat mati hanya dapat diwarnai hitam dengan impregnasi dari $AgNO_3$ (perak nitrat).
Beberapa species dari phyllum ini, ada yang mempunyai satu (sebagian besar), dua atau tiga flagel. Dalam kista, specimen-specimen melepas flagelnya, dan dapat dibuat lagi bila specimen-specimen keluar dari kista dan hidup sebagai plankton.

3). Mempunyai pigmen-pigmen klorofil-a, klorofil-b dan karotin sedang warna merah yang ada dalam badannya disebabkan oleh adanya hematokrom. Warna merah permukaan air disebabkan oleh kista-kista dari Euglena haematodes dan Euglena sanguineus (sanguineus berarti merah). Perbedaan antara species haematodes dan sanguineus, terletak pada panjangnya flagel; E. haematodes flagelnya lebih panjang dari pada flagel dari E. sanguineus. Dindingnya beraneka macam. Golongan Euglena spp mempunyai dinding seperti membran tipis, lunak dan dengan demikian bentuk-bentuk Euglena dapat berubah-ubah, terlebih lagi jika ada substrat, beberapa Euglena dapat bergerak maju dengan memperpanjang dan memperpendek badannya seperti ulat.

Jenis-jenis Phacus, dindingnya menjadi keras, karena periplast mengeras sehingga bentuknya tidak dapat berubah-ubah; Jenis-jenis Phacus ini pipih, berwarna hijau, di tengah tengahnya sering terdapat makanan cadangan karbohidrat 'paramilum' yang kelihatannya seperti inti besar. Pada Phacus spp yang masih hidup, terlihat terang sekali titik merah, yang mempunyai fungsi sebagai mata
Juga ada genera seperti Trachelomonas spp dan Leposinclis, yang berdinding tebal sekali dan berbentuk seperti bola atau kotak; di dalamnya terdapat protoplasma; mempunyai flagel yang keluar dari dinding yang tebal ini. Semata-mata sekelompok protoplasma tersimpan dalam kotak yang tebal, dan jika dinding tersebut agak transparan, dapat dilihat pula mata - nya yang berpigmen merah itu, seperti juga jika ada sinar matahari yang kuat.

Cara-cara berkembang biak.

Pada umumnya Euglena spp membelah diri secara longitudinal, selama hidup sebagai plankton. Juga genera ini dapat membelah diri waktu berada dalam kista (reproductive-cyste).

Akhir-akhir ini juga diketahui bahwa beberapa species Euglena, dapat berkembang-biak melalui isogami, tetapi bagaimana prosesnya yang sebenarnya masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Pada specimen-specimen yang protoplasmanya tersimpan dalam kotak yang tebal dindingnya, protoplasma keluar dari kotak dan membelah diri; tiap protoplasma baru hasil dari pembelahan diri, membentuk kotak baru masing-masing.
Seperti diketahui genus Euglena, dapat membentuk macam-macam kista yaitu:

1). Protective-cyste.
Cysta ini dibentuk untuk perlindungan terhadap bahan bahan yang beracun atau sinar matahari yang kuat, misalnya pada waktu pagi hari dan sore hari.

2). Reproductive-cyste.
Ada kemungkinan pada kista tersebut, protoplasma membelah diri dalam 2 atau 4 bagian; dan tiap bagian nanti menjadi satu individu. Dalam kista tiap individu.dapat bergerak dengan flagel yang terbentuk.

3). Temporair-cyste.
Temporair cyste atau resting-cyste terbentuk pada individu beristirahat, atau jika ada sinar matahari yang kuat.

Dinding-dinding kista dari sellulosa ini dapat membuka dalam 2 bagian yang simetrik; apa yang mendorong specimen-specimen tersebut membuat macam-macam kista, belum diselidiki. Sering terdapat disuatu daerah perkolaman, dimana hanya pada 2 atau 3 kolam yang permukaannya pada waktu pagi ada sinar matahari penuh dengan kista-kista dari E. haematodes, sedangkan kolam-kolam lain yang ada disebelahnya bersih dari kista-kista.
Telah diketahui bahwa beberapa species Euglena membutuhkan macam-macam asam amino yang berlainan dan larut dalam air.

Systematika

Selain dapat dibagi dalam tipe holofitik, saprofitik dan holozoik, Euglenophyta juga dapat digolongkan atas dasar bentuk dan anatomi speciesnya, sebagai berikut :

1 Euglenacae: dapat hidup holofitikatau saprofitik; artinya ada golongan Euglenacae yang holofitik dan ada yang saprofitik; tidak ada specimen yang dapat hidup holofitik dan sekaligus saprofitik.

2 Astaciacae: holozoik dan saprofitik.

3 Peranemacae: hanya dapat hidup holozoik; semua hidup secara bental jika ada organic-matter, dan sudah menjadi zooflagellate.

Species-species Euglenacae yang sering dijumpai di Indonesia antara lain Euglena haematodes, E. sanguineus, E. deses, E. viridis, E. acus, E. oxyuris dan E. fragillaria. Species-species haematodes dan sanguineus menyebabkan warna merah permukaan air, sedang deses dan viridis menyebabkan kolam berwarna hijau muda. Species E. spirogyra diberi nama demikian karena klorofilnya berbentuk spiral.
Penulis pernah menjumpai species acus dalam jumlah besar sekali di kolam pemeliharaan sidat di Bogor.
Sidat (Anguilla bicolor Rich.) diberi makanan awetan dari Jepang yang menyebabkan warna air biru, sedang pada kolam-kolam yang diberi makanan daging mujair, pernah terjadi blooming dari Hariotina reticulata atau M. airuginosa Kutz.

Chlorococcales yang berkoloni pernah ditemukan oleh Bernard di Kebun Raya Bogor pada tahun 1908. Sudah lama pula diketahui, jika beberapa akuaria diberi bermacam-macam ikan, maka kualitatif planktonnya lain; demikian juga jika akuaria diberi semacam ikan dengan bermacam-macam makanan.

Specimen lain yang holofitik dan masih termasuk Euglenacae ialah: Trachelomonas armata, T. hispida, Phacus pleuronectus, P. longicauda, P. oxyurus, P. anomale.

Jika terdapat blooming dari Trachelomonas spp di suatu perairan kecil, di kolam misalnya, maka air kolam berwarna coklat-kuning, seperti mengandung banyak humus. Trachelomonas spp yang bentuknya bulat, selalu isinya berwarna agak kuning jernih dan berdinding tebal. Biasanya specimen specimen ini terdapat pada perairan yang agak termasuk golongan polisaprobik, yakni masih terdapat proses pembusukan dan mengandung sedikit zat asam.

Tentang tidak begitu menguntungkannya Euglenacae untuk perikanan, telah dibahas di atas. Specimen dari Astacia spp dan Peranema spp. yang termasuk holozoic-type, bentuknya hampir tidak berbeda dengan Euglena, hanya tidak berwarna dan tidak mempunyai stigma atau mata yang berwarna merah.

PLANKTON DARI PYRROPHYTA

Pyrrophyta merupakan, satu-satunya phyllum Algae yang hanya terdiri dari plankton, di laut maupun di air tawar. Di laut alga ini merupakan produsen primer nomor dua setelah Diatomae. Semua plankton dari phyllum ini uniselluler, hanya 2 genus yang merupakan filamen, yaitu Dinothrix dan Dinoclonium. Sebelumnya 2 genera ini tidak dikenal sebagai anggota dari Pyrrophyta, tetapi setelah spora-sporanya diketemukan, terbukti bentuknya seperti spora-spora dari genera-genera biasa dari phyllum ini, barulah 2 genera ini digolongkan dalam phyllum tersebut. Memang dalam Biologi, khususnya Hidrobiologi specimen-specimen baru dikenal asal usulnya, setelah sel-sel generatifnya atau larva-larvanya diketahui, terutama untuk larva-larva dari Crustacae yang hidup sebagai parasit waktu dewasa.

Nama Pyrrophyta didasarkan atas adanya pirofil, suatu kromofil yang terdiri dari fikopirin, piridinin dan klorofil. Hal ini menunjukkan lagi bahwa adanya macam-macam pigmen, digunakan untuk klasifikasi alga dalam berbagai phylla flora. Dalam buku-buku Jerman, nama-nama Peridiniae juga digunakan untuk Pyrrophyta, karena phyllum ini mempunyai pigmen piridin yang lain-lain phylla tidak mempunyainya. Butchli memberi nama lain untuk phyllum ini dengan Dinoflagellata, atas dasar plankter ini mempunyai dua flagel, dan bergerak secara rotasi (= dinos).

Phyllum Pyrrophyta, atas dasar bagaimana cara mendapat makanan, juga dibagi-bagi dalam tipe-tipe holofitik, saprofitik dan holozoik. Diantara tipe holozoik ini ada yang hidup sebagai parasit pada zooplankter dari golongan Copepoda yang ada di laut, atau pada Evertebrata lain.

Juga diantara tipe holozoik ini ada yang mempunyai nematokis (netel-organ), seperti yang kita kenal pada ubur-ubur. Jadi menurut evolusi, hewan pertama yang mempunyai nematokis

bukanlah jenis-jenis hewan Coelenterata (Cnidaria), melainkan suatu plankter, berasal dari Algae.

Dinding sel dari phyllum ini bermacam-macam; banyak golongan-golongan dari phyllum ini diberi nama atas dasar bentuk dan sifat-sifat dari dinding sel ini.

a). Dinding tipis bagai membran, dan dapat berubah-ubah bentuk-bentuknya; contoh: jenis-jenis, Gymnodinium.

b). Dinding berkotak-kotak seperti panser, tebal (theca), mudah lepas jika ada dalam perut konsumen. Kotak-kotak tersebut dari sellulosa, mempunyai bentuk dan sculpture bermacam-macam dan digunakan untuk mendeterminasi specimen-specimen; contoh: Peridinium sebagian dari tiap sel mempunyai sulkus yang melingkari sel dan juga dikenal sebagai 'ekuator' dan merupakan ciri 'khas' untuk specimen-specimen Pyrrophyta.

c). Jika ada flagel, selalu dua banyaknya; letaknya pada bagian anterior, kecuali pada Desmokontae dimana dua flagel ini ada pada ujung sel yang bergerombol (lihat Gambar).

d). Makanan cadangan, terdiri dari bahan-bahan lemak, tepung dan protein.

e). Warna, berbagai plankter dari phyllum ini beraneka warna, berhubung dengan adanya macam-macam pigmen, yaitu: kuning, kuning-hijau, sawo matang dan kemerah merahan.

Cara berkembang biak.

Cara berkembang biak juga beraneka ragam sesuai dengan golongan-golongannya.

Pada jenis-jenis yang dinding selnya berkotak-kotak (Peridinium, Ceratium), sel-sel membelah diri. Melalui garis garis tertentu antara kotak-kotak, dua bagian ini selanjutnya memisahkan diri, dan tiap-tiap bagian membuat dinding sel baru, atau dalam dinding sel yang berkotak-kotak ini terjadi aplanospora, atau zoospora; juga dapat terjadi cell-division

dalam sel, dan sesudahnya masing-masing menjadi 2 belahan. Di Teluk Jakarta yang subur itu, hampir terdapat jenis-jenis yang kosmopolit, berdinding tebal, keras, berkotak-kotak (theca), berdinding lunak seperti membran dan, genera dari tipe holozoik., Contoh-contoh: Peridinium, Gymnodinium, Ceratium, Gonyaulax, Dinophysis, Noctiluca, Pyrrocystis, Glenodinium; tiap genus mempunyai berpuluh-puluh species seperti dari genera Peridinium, Ceratium, dan Dinophysis.
Dari tipe-tipe yang holozoik, penulis pernah menjumpai seperti dari genera: Blastidinium (dalam Copepoda), Oodinium limneticum (pada insang ikan-ikan tropik), Nematodium (yang mempunyai nematokis), Polykrikos dan sebagainya. Pada tulisan ini dengan sengaja tidak diberi systematika Pyrrophyta, karena sangat kompleks, serta tiap-tiap Algolog membuat systematika yang berlainan.

Sudah diterangkan bahwa tipe holofitik dari Pyrrophyta merupakan produsen-primer yang terpenting sesudah Diatomae, tetapi ada banyak tipe holozoik yang menjadi konsumen dan berfungsi sebagai zooplankton. Beberapa genera tipe holozoik holofitik dari Pyrrophyta merupakan produsen-primer yang terpenting sesudah Diatomae, tetapi ada banyak tipe holozoik yang menjadi konsumen dan berfungsi sebagai zooplankton. Beberapa genera tipe holofitik seperti Gymnodinium spp dan lain-lain, dapat merupakan 'red-tide' yang dapat merugikan ikan-ikan dan burung-burung guano di Peru.
Di laut selain Noctiluca milliaris, juga Pyrrocystis sp dapat bersinar (luminescens), dan adakalanya bukan Noctiluca melainkan hanya Pyrrocystis dengan zooxantellanya yang mewarnai Teluk Jakarta, dekat pantai Pasar Ikan.

Di Perairan tawar, teristimewa di danau-danau, besar di Jawa, Sumatera dan Bali terdapat banyak Pyrrophyta, kuantitatif dan kualitatif seperti yang telah diketemukan oleh Ekspedisi Sunda dalam tahun 1928 sampai 1929, teristimewa terdiri dari genera Peridinium, Gymnodinium, Ceratium

hirudinella OFM (kosmopolit).

Di kolam-kolam sawah-sawah dan rawa-rawa terdapat sedikit plankters dari Pyrrophyta, sampai mahasiswa di Jawa Tengah yang ingin membuat skripsi mengenai phyllum ini, di air tawar terpaksa keluar dari daerahnya guna mengumpulkan specimen-specimen ini.

Di Rawa Pening selalu terdapat suatu species dari Peridinium sepanjang tahun; banyak sedikitnya specimen per liter tergantung kepada musim. Di Ciburuj sering terdapat blooming dari specimen-specimen kecil yang merupakan nannoplankton. Untuk mengumpulkan atau menangkap specimen-specimen Peridinium yang kecil ini harus dengan cara mengendapkannya.

Juga di waduk-waduk atau situ-situ yang ada di Pengalengan, selalu terdapat Peridinium spp dan Ceratium hirudinella OFM.

Plankter dari Pyrrophyta ini jika diketemukan dalam usus ikan air-tawar, selalu hanya tinggal sisa-sisa dindingnya yang berbentuk kotak-kotak (theca) sedangkan isinya sudah dicernakan.

Jadi dua macam produsen-primer terpenting di laut ini (Diatomae dan Pyrrophyta), mudah dicernakan oleh konsumen sehingga menyebabkan konsumen seperti zooplankton dan ikan-ikan bentuknya besar dan kecil. Seperti diketahui plankton dari Cyanophyta, juga merupakan produsen primer di laut, akan tetapi agak sukar dicernakan oleh konsumen, karena dindingnya terdiri dari sellulosa dan diliputi oleh lendir, tetapi syukurlah jumlah plankters ini tidak begitu banyak jika dibandingkan dengan plankter dari Pyrrophyta dan Diato Diatomae.

I Terjadinya zooplankton.

Menurut perkiraan ahli-ahli Evolusi, setelah fitoplankton merajai lautan selama 500 juta tahun, maka terjadilah zooplankton sebagai konsumen primer 250 juta tahun sebelum Cambrium, dan pada saat itu juga mulailah zaman Protozoicum : zooplankton yang pertama terdiri dari jenis-jenis Protozoa, yang terjadi dari tipe holozoik Protophyta (Algae). Selama 250 juta tahun ini, zooplankton berevolusi, menjadi Spongiae (sepon), Coelenterata, atau Cnidaria (Coral), Echinodermata, Mollusca dan Arthropoda, karena dibuktikan oleh fosil-fosil dalam lapisan-lapisan tanah pada permukaan Cambrium, terdapat golongan-golongan hewan tersebut, mempunyai rangka-rangka, atau dinding dari kapur ($CaCO_3$), chitin, silikat, sponginae, yang sukar hancur atau larut sepanjang masa.

Sebelum Cambrium selama 250 juta tahun, 'kulit' bumi belum dapat membentuk lapisan atau sedimen-sedimen sampai permulaan Cambrium; maka dari itu barulah pada permulaan Cambrium, sekaligus dapat diketemukan fosil-fosil dari semua golongan hewan-hewan tersebut; pada permulaan Cambrium mulailah terjadinya sedimentasi tanah yang agak teratur. Sisa-sisa ikan yang tertua baru diketemukan pada zaman permulaan Devon, kira-kira 150 juta tahun sesudah permulaan Cambrium, atau 400 juta tahun umurnya sampai saat sekarang. Perlu diketahui bahwa Chordata (Vertebrata) berasal dari Graphtolit, suatu fosil Echinodermata pada zaman Silur.

II Jenis-jenis zooplankton.

Seperti telah diterangkan, zooplankton terdiri dari holoplankton danmeroplankton. Meroplankton terdiri dari telur-telur, larva-larva atau, juvenil dan berbagai Invertebrata Evertebrata maupun Vertebrata, yang jika menjadi dewasa tidak merupakan plankton lagi; misalnya specimen-specimen

dari Malacostraca seperti kepiting (Brachyura), udang-udang besar yang ekonomis berharga seperti dari golongan Penaeidae, Palaimonidae, dan sebagainya. Telur udang-udang besar ini berjumlah puluhan sampai ratusan ribu, akan tetapi sebagian besar, 90 sampai 95%, mati sebagai meroplankton; hanya 5 a 10% dari meroplankton yang menjadi dewasa. Lain halnya bila larva-larva ini dipelihara oleh manusia; seperti larva-larva dari Penaeus monodon, P. merguensis, atau Macrobrachium rosenbergii dan lain-lain, jika makanan yang diberikan cukup, tepat macamnya dan diatur supaya tidak ada hama dan lain-lain, maka ± 77,5% dari larva-larva ini dapat menjadi juvenil; larva-larva ini kemudian dipelihara di tambak sampai dewasa.

Tetapi banyak golongan Evertebrata yang terdiri dari specimen-specimen kecil, seperti Obelia sp (ubur-ubur kecil), atau specimen-specimen kecil dari Malacostraca seperti Euphausiacae, yang hidup banyak sebagai macroplankton di sekitar Kutub Selatan dan merupakan makanan untuk ikan-ikan buas (Mammalia) dan ditangkap untuk makanan manusia.

Maka hampir seluruh Evertebrata yang berbentuk besar, seperti Coelenterata, Vermes, Echinodermata, Arthropoda dan Mollusca, hidup di laut dan dapat merupakan meroplankton waktu masih dalam stadium larva, akan tetapi mati pula sebagian besar sebagai meroplankton, karena kekurangan makanan atau dimakan oleh konsumen yang lebih besar.

III Jenis-jenis zooplankton dari Protozoa.

Protozoa dibagi dalam 4 classis yaitu: Rhizopoda, Ciliata, Flagellata dan Sporozoa. Classis sporozoa tidak ada yang hidup sebagai plankton; semuanya merupakan parasit, seperti Plasmodium dan Myxobulus, yang masing-masing hidup dalam tubuh manusia dan ikan. Mengenai Flagellata, dalam hal ini 'Zooflagellata' yang hidup sebagai plankton (free-living) sebetulnya semua merupakan tipe holozoik dari Algae, yang berflagel, seperti dari Pyrrophyta yaitu Noctiluca spp, Pyrocystus, dan lain-lain, atau dari Euglenophyta, seperti

Astacia atau Peranema dan lain-lain. Zooflagellata yang tidak tidak hidup, bebas semua menjadi parasit, seperti Tripanosoma, Trichomonas, Giardia dan lain-lain, yang hidup sebagai parasit-parasit dalam tubuh manusia atau Vertebrata yang lain. Zooplankton dari Ciliata.

Ciliata inilah yang merupakan specific-consumers, dan tidak ada suatu contoh yang jelas, bahwa golongan Protozoa ini berasal dari Algae.

Cilliata sebagian besar hidup bebas di air-tawar, dan ada hanya beberapa golongan yang hidup di laut (golongan Tintinnidae). Ciliata ini memang tidak merupakan zooplankton sejati di air tawar, tetapi banyak hidup diantara periphyton, atau di dasar sebagai bentos, dimana terdapat banyak detritus yang sedang membusuk. Banyak diantaranya yang dapat 'makan' bangkai dari udang-udangan kecil sehingga tinggal kulitnya saja, karena terdiri dari chitine yang sukar dihancurkan. Banyak species Ciliata ini yang digunakan sebagai 'indikator'; misalnya dalam habitat yang banyak diketemukan Paramaecium caudatum dan Vorticella, Microstoma, ini suatu tanda ada banyak pembusukan (polisabrobik).

Juga banyak Ciliata yang menjadi parasit-parasit seperti Balantidium coli dan Ichthyophtirius yang masing-masing merupakan endoparasit dalam usus-usus Vertebrata dan ektoparasit pada kulit ikan. Didasarkan atas bagaimana letak silia pada tubuhnya Ciliata dibagi menjadi Holotricha, yang berarti seluruh tubuh ada silia, atau Peritricha, dimana hanya terdapat silia pada pinggir-pinggir badan. Genera yang kosmopolit ialah: Paramaecium, Stentor, Vorticella, Cyclops dan lain-lain. Genus Paramaecium menarik perhatian manusia, karena mudah digunakan untuk penelitian dasar Genetika, dan juga banyak dipelihara sebagai bahan makanan untuk binatang-binatang kecil yang sedang diselidiki; genus ini mudah dikembangbiakkan dengan jerami dan ditambah air selokan. Bentuk intinya bermacam-macam ada yang seperti tapal kuda atau rantai,

masing-masing seperti inti Ichthyoptirius dan Yorticella. Familia Tintinnidae sebagian besar hidup di laut, bentuknya kecil seperti tube, dan berdinding dari chitine; di air-tawar sering terdapat diantara perifiton dan di air kolam yang trdapat banyak detritus; dalam lapisan-lapisan tanah yang dahulu merupakan dasar laut, terdapat sisa-sisa rumah species species yang sudah menjadi fosil. Dari familia Tintinnidae telah dikenal 20 genera.

Zooplankton dari Rhizopoda.

Nama classis Rhizopoda ini, berarti kaki-kaki yang bentuknya seperti akar tumbuh-tumbuhan yang tidak teratur. Rhizopoda tidak saja penting sebagai zooplankton di laut maupun di air tawar, beberapa genera juga penting untuk ilmu-ilmu Paleontologi dan Geologi. Rhizopoda dianggap berasal dari genera-genera Algae dari saprophytic-type seperti Chloramoeba, Gametamoeba dan Chrysamoeba.

Rhizopoda terdiri dari beberapa ordo: Amoebina, Foraminifera, Radiolaria dan Heliozoa. Amoebina dilihat dari macam dindingnya terdiri dari Thecamoeba yang berdinding dari bahan-bahan yang ada di sekitarnya seperti pasir halus, detritus yang keras, sisa dinding Diatomae atau dari golongan yang sama sekali tidak berdinding, atau dinding dari membran yang sangat tipis seperti Amoeba proteus. Selain sebagai plankton, Amoeba sering terdapat juga sebagai bentos di antara perifiton atau di tanah-tanah yang basah dan mengandung banyak detritus. Jika Nilem (Osteochilus hasselti CV); Sepat-siam (Trichogaster pectoralis Regan) makan perifiton, masa ikan-ikan ini tidak saja makan tumbuh-tumbuhan tetapi juga hewan-hewan kecil seperti Rhizopoda, cacing-cacing kekecil, Ciliata dan sebagainya.

Heliozoa, berarti suatu Protozoa yang bentuknya radier seperti matahari, karena pseudopodinya keluar dari tubuh secara radier, seperti halnya dengan genera Actinosphaerium dan Actinocypris, yang kedua-duanya hidup di air-tawar.

Rhizopoda berkembang biak dengan jalan membelah diri, dengan spora-spora dan dengan konyugasi,

Foraminifera dan Radiolaria, hidup di laut mulai dari permukaan sampai dasar laut yang dalam dan masing-masing mempunyai dinding dan rangka dari kapur ($CaCO_3$), silikat dan juga chitine.

Jika zooplankton ini hidup di laut yang tidak ada sinar matahari, maka ia akan hidup dari detritus, berupa fitoplankton yang halus dan sedang mengendap berasal dari euphotic-zone. Nama Foraminifera ini didasarkan atas dinding nya berlobang (foramen), tempat pseudopodinya dapat keluar untuk menangkap detritus dari sekitarnya; sedangkan nama Radiolaria, atas dasar pseudopodinya yang keluar dari kerangka secara radier, juga satu alat untuk mendapatkan detritus yang 'jatuh' dari atas. Kalau Foraminifera hanya terdiri dari beberapa puluh genera, maka Radiolaria terdiri dari 125 genera; struktur rangkanya sangat kompleks terdiri dari bagian dalam dan bagian luar, bentulnya indah-indah.

Dinding Foraminifera terdiri dari kapur, maka jika specimen-specimen yang baru mati di lapisan atas dari lautan yang dalamnya lebih dari 6.000 meter, maka rangka-rangka ini sebelum sampai di dasar akan habis larut, karena makin dalam makin banyak terdapat CO_2, yang melarutkan bahan kapur menurut reaksi berikut: CO_2 +

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2.$$

Jika Foraminifera waktu mati di lautan yang dalamnya kurang dari 6.000 meter, maka masih ada sisa-sisa dindingnya yang sampai di dasar. Menurut penelitian, dinding Foraminifera habis larut selama proses pengendapan setinggi 6.000 meter. Tiap species Foraminifera hidup dalam laut tertentu, dan jika terdapat sisa-sisa dinding Foraminifera di dasar laut, ini berarti bahwa specimen-specimen ini hidup diatas dasar yang kurang dari 6.000 meter; ini sangat penting untuk Mikropaleontologi. Foraminifera yang masih hidup, dan ...

berada di lapisan laut yang dalam, sudah tentu bagian luar dari dindingnya akan larut sedikit demi sedikit; tetapi karena masih hidup, dinding yang larut ini dapat diganti lagi. Lain halnya dengan Radiolaria; dindingnya tidak akan larut walaupun sampai di dasar laut yang terdalam. Jutaan km^2 dasar laut ditutup dengan endapan Foraminifera dan Radiolaria. Seringkali dasar yang ditutup dengan endapan-endapan ini naik ke atas permukaan laut, dan menjadi pegunungan di daratan. Pegunungan di Timor yang tingginya sampai 900 meter dari permukaan laut, terbukti mengandung fosil-fosil dari Radiolaria berasal dari dasar laut yang dalamnya lebih dari 6.000 m. Ditemukan lapisan tanah yang teratur, dan tiap lapisan mengandung fosil-fosil yang diharapkan. Pegunungan di Timor dianggap sebagai contoh yang sempurna untuk Geologi dan Paleontologi; disini riwayat hidup dari fauna purbakala dapat dipelajari, banyak Paleontolog dan mahasiswa-mahasiswa dalam bidang ini dari luar negeri berdatangan di Timor untuk mengadakan praktikum di alam bebas dan menambah keyakinannya tentang proses evolusi makhluk-makhluk,

Fosil-fosil dari Radiolaria dan Foraminifera, dapat digunakan sebagai guide-fosil untuk mengetahui adanya minyak tanah atau untuk menentukan umur lapisan tanah dimana guide fosil tertentu berada. Maka pengetahuan Mikropaleontologi dari Radiolaria dan Foraminifera sangat penting untuk mahasiswa-mahasiswa dari Akademi Geologi dan Tambang.

Genera dari Foraminifera yang terkenal sebagai penyusun tanah Foraminifera ialah Globegerine, Nummulites dan Orbulina.

Di Prabumulih, Sumatera Selatan sering terdapat fosil-fosil dari Radiolaria dan Foraminifera, dari lapisan tanah yang dalamnya 2.000 meter; ini berarti dasar laut tempat fosil-fosil terdapat, sampai sekarang ditimbun oleh tanah yang tebalnya 2.000 meter. Piramida Cheops, yang ada di dekat Kairo, terdiri dari tumpukan batu-batu yang menurut penelitian terdiri dari gumpalan Nummulites yang terjadi pada zaman Tersier.

Radiolaria dan Foraminifera, yang hidup di disphotic-zone bersama dengan detritus yang selalu sedang mengendap, merupakan makanan utama untuk fauna lautan dalam, seperti ikan-ikan dan udang-udang, dan lain-lain Evertebrata. Foraminifera dan Radiolaria berkembangbiak melalui gamet atau membelah diri.

IV Plankton dari Coelenterata.

Seperti diketahui Coelenterata atau Cnidaria terdiri dari classis Hydrozoa, Scyphozoa dan Anthozoa.
Hanya pada classis Hydrozoa, dimana Hydra juga termasuk dan terdiri dari specimen-specimen berupa ubur-ubur kecil, hidup sebagai plankton. Contoh: genus Obelia (diameter 1mm) hidup di air-tawar, di kolam-kolam dan aquaria. Di seluruh dunia ada 90 genera dari beberapa species. Upur-ubur kecil ini sering terdapat dalam usus dari ikan-ikan di Teluk Jakarta yang makanannya terdiri dari zooplankton, seperti Selar (Caranx spp), ekor kuning (Caesio spp) dan lain-lain.

V Plankton dari Ctenophora.

Ctenophora dahulu dimasukkan dalam phyllum Coelenterata, tetapi kemudian dipisahkan, karena tidak mempunyai nematokis, dan hanya mempunyai struktur-struktur seperti sisir (cteno). Specimen-specimen sangat transparan dan tidak berwarna. Pernah terlihat banyak di Segara Anakan genus Hormiphora (lihat Gambar) dan Cestum sp di Teluk Jakarta.

Rotatoria, suatu golongan dari Aschelminthes ini, merupakan zooplankton sejati dalam perairan tawar dan air payau, dimana terdapat banyak nannoplankton atau detritus, seperti di dannu-danau, kolam-kolam, rawa-rawa dan waduk-waduk. Nama Rotatoria ini didasarkan karena sifatnya bergerak-gerak secara berputar-putar (rotasi) dengan bantuan silianya yang terletak pada bagian anterior di sekitar mulutnya; dengan bantuan silia ini, juga dapat dialirkan nannofitoplankton kearah mulutnya.

Dalam systematika Fauna yang lama, Rotatoria ini merupakan bagian dari Vermes (cacing-cacingan) karena bentuk dan anatominya hampir serupa; perbedaannya yang agak menolok ialah mempunyai silia pada bagian anterior di sekitar mullt. Dalam systematika baru, Rotatoria dijadikan phyllum tersendiri. Dan untuk mengenalnya secara mendalam, kita harus mempelajari bentuk tubuh dan alat-alat pengunyahnya, karena alat-alat ini dipakai untuk mendeterminir hewan-hewan tersebut.

Rotatoria sudah mempunyai tractus-digestivus yang agak sempurna. Ovarianya dapat menghasilkan telur-telur yang kemudian menetas tanpa dibuahi (partenogenetik). Perkembangbiakan secara demikian diselingi dengan munculnya specimen-specimen jantan, dan membuahi telur-telur. Terdapat juga semacam 'winterеggs' pada Asplanchna, seperti halnya dengan Rotatoria yang terdapat di daerah subtropik, dimana pembuatan wintereggs dilakukan sebelum permukaan perairan tertutup es.

Rotatoria dibagi dalam 2 golongan, yakni Loricata dan Illorica , yang masing-masing mempunyai dinding tebal (keras) dan dinding lunak (tipis). Penelitian tentang umur hewan ini belum pernah dilakukan, tetapi menurut observasi mahasiswa-mahasiswa yang menyusun skripsi mengenai Rotatoria, umurnya berkisar 8 sampai 12 hari, sedang jumlah telur yang dikeluarkan selama hidupnya sekitar 5 butir, jumlah yang tidak banyak jika dibandingkan dengan Cladocera, suatu zooplankton air-tawar yang terdiri dari jenis-jenis udang tingkat rendah.

Rotatoria pada umumnya dapat tumbuh banyak pada kolam-kolam yang dipupuk dengan pupuk-hijau atau pupuk kandang.

Pernah suatu tambak dipupuk dengan copra-slym (bungkil kelapa) dan terjadi blooming dari Rotatoria dan Cyanophycea, yang mengakibatkan tambahnya produksi bandeng. Rotatoria mudah di cernakan seperti halnya makanan yang terdiri dari jasad hewa hewani. Di Rawa-Pening Jawa Tengah, menurut pengetahuan penulis selalu ada blooming zooplankton, teristimewa Rotatoria sepanjang tahun.

Genera yang sering terdapat di Indonesia ialah: Brachionus, Cathypna, Keratella, Rotifera, Asplanchna, Filinia Pedalion, Polyarthra, Monostyla, Floscularia dan Diurella.

Ada beberapa genera yang hidup bersama-sama dengan Algae seperti Gloeotricha(Cyanophyta) dan Cladophora (Chlorophyta); dua jenis alga ini merupakan koloni sendiri-sendiri yang diliputi oleh lendir tebal, dan biasanya terapung-apung di kolam, atau di dasar kolam, seperti yang sering terlihat di kolam-kolam ikan di Bogor. Di dalam gumpalan lendir yang berwarna hijau atau biru terdapat Rotatoria sebagai symbion. Pada bagian anteriornya terdapat silia, dikeluarkan dari lendir, dan menangkap nannoplankton yang ada di sekitar gumpalan lendir ini; jika ada bahaya, atau suatu zooplankter akan mengganggu, Rotatoria ini, maka Rotatoria dapat menarik diri dalam lendir, karena 'tangkainya', dimana ujungnya menempel pada filamen-filamen Cladophora memperpendek dengan jalan merubah bentuk seperti spiral,

Simbiosis seperti ini juga terdapat di perairan di Eropa Barat; sayang gumpalan-gumpalan lendir yang terapung-apung tidak berguna untuk makanan ikan.

VI. Plankton dari Nematoda dan Chaetognatha.

Sering terdapat diantara perifiton di air-tawar, species specimen-specimen Nematoda yang mikroskopik kecil diberi nama Anguillula, sedangkan genera Sagitta dari Chaetognatha sering terdapat banyak sebagai zooplankton di laut, dan merupakan makanan untuk ikan-ikan yang memakan zooplankton.

Saggita spp

Sagitta spp yang terdapat di Teluk Jakarta agak besar dan panjang sampai ± 10 mm. Chaetognatha berarti rahang yang berchaeta. Sagitta spp terdapat cukup banyak dalam usus-usus ikan yang biasanya makan zooplankton.

VII. Plankton dari Annelida.

Annelida ini cukup terdapat banyak sebagai meroplankton di laut. Di perairan air-tawar jenis Annelida ini hanya terdapat lintah (ordo Hirudinae) dan dapat menjadi parasit pada ikan-ikan yang dipelihara di kolam.

Banyak meroplankton dari Annelida ini terdapat di pantai-pantai yang subur, seperti halnya dengan meroplankton dari Crustacae. Larva-larva dari Annelida bernama trochophore larva, jika baru keluar dari telur, berbentuk bulat atau oval, bersilia dan mempunyai tractus digestivus agar di lautan bebas dapat memakan nannoplankton dan detritus yang halus.

Pada larva-larva dari genus Nereis yang juga sering terdapat di tambak-tambak, terdapat chaetae sebagai ganti silia. Di daerah Surabaya, genus Nereis ini, kabarnya dapat meracuni ikan-ikan bandeng dan oleh penduduk terkenal dengan nama 'lur'. Yang sangat terkenal sebagai meroplankton, dan terdapat banyak di lautan Pacifik Selatan ialah cacing 'Palolo' (Leodice viridis), yang hidup bental.

Cacing-cacing jantan dan betina masing-masing melepaskan bagian belakangnya (posterior) dan berenang ke atas sampai permukaan.

Bagian posterior ini di permukaan laut mengeluarkan sperma dan telur, dimana pembuahan dapat terjadi. Larva-larva ini kemudian menetas di permukaan laut dan merupakan meroplankton. Proses ini melepaskan bagian-bagian belakang dari specimen-specimen dewasa yang ada di dasar, di Pacifik Selatan, dalam bulan Oktober - November pada keadaan gelap bulan (tanggal 25 a 26), terjadilah proses berkembangbiak ini.

Cacing-cacing palolo ini tidak saja menguntungkan ikan-ikan yang ada di sekitarnya sebagai makanan, akan tetapi juga menguntungkan bagi penduduk pulau-pulau Pasifik Selatan; mereka dengan mudah dapat menangkap cacing-cacing yang sedang berada di permukaan laut ini. Selain di Pasifik Selatan, cacing palolo juga terdapat di Lautan Hindia bagian barat, diantara pulau-pulau karang (coral), hanya speciesnya lain, yaitu Leodice fucata, dan berkembang biak pada bulan Juni-Juli, beberapa hari sesudah bulan purnama. Bagaimana pengaruh sinar bulan, atau bulannya sendiri, terhadap perkembang-biakan Leodice sp. ini belum dapat diketahui. Yang penting bagi ikan ialah meroplankton ini merupakan makanan baginya, biarpun terjadi hanya setahun sekali.

Setelah kita membicarakan perihal plankton dari Protozoa, Coelenterata, Ctenophora, Nematoda, Chaetognatha dan Annelida, pengkajian kita sampai pada jenis plankton yang sangat penting: Crustacea. Peletakannya pada suatu bab tersendiri adalah juga karena alasan tadi; jadi sama sekali bukan karena merupakan satu pokok tersendiri disamping zooplankton.

PLANKTON DARI CRUSTACEA

I. Pendahuluan.

Dari phyllum Arthropoda hanya Crustacea yang dapat hidup sebagai plankton, bahkan merupakan zooplankton yang terpenting bagi ikan, di perairan tawar maupun di laut.

Crustacea berarti hewan-hewan yang mempunyai shell terdiri dari chitine atau kapur, yang sukar dicernakan. Atas dasar embriologinya, Crustacea dapat dibagi dalam 2 golongan: Entomostraca atau udang-udangan tingkat rendah, dan Malacostraca atau udang-udangan tingkat tinggi. Malacostraca sebagian besar terdiri dari specimen-specimen besar seperti kepiting (Scylla serrata Forsk), dan golongan Penaeidae; hampir semua stadia larva dari Malacostraca seperti nauplius, metanauplius, zoea, mysis dan juvenile, merupakan meroplankton dan sebagian besar pula mati sebagai plankton karena dimakan oleh specimen specimen hewan yang lebih besar, atau mati karena kekurangan makanan.

Entomostraca, yang terdiri dari ordo-ordo Branchiopoda, Ostracoda, Copepoda dan Cirripedia, tidak mempunyai stadium zoea seperti halnya Malacostraca. Entomostraca yang merupakan khas zooplankton ialah Cladocera, Ostracoda dan Copepoda; sedangkan dari Malacostraca hanya Mycidacae dan Euphausiacae, yang merupakan zooplankton kasar atau makrozooplankton.

Bentuk specimen-specimen Crustacea sangat bervariasi; beberapa golongan hidup sebagai parasit, dan sulit dikenal lagi bahwa parasit ini termasuk golongan Crustacea. Setelah larva-larva parasit ini diketemukan baru dapat diketahui hal tersebut.

Meskipun bentuk specimen-specimen Crustacea dewasa berlainan, namun embriologik sama: terdiri dari telur, nauplius, metanauplius, zoea, mysis dan juvenile; baru sesudah stadium mysis bentuknya berubah sesuai dengan cara penghidupannya dan sifat genetiknya masing-masing. Juga embriologi Vertebrata, teristimewa Mamalia, mempunyai stadia tertentu seperti protozoea, morula, blastula dan gastrula. Atas dasar embriologi Crustacea dan Vertebrata ini, maka muncullah teori Rekapitulasi dari Ernest Haeckel yang terkenal: 'embriologi atau ontogeni merupakan rekapitulasi filogenik'.

Pada stadia larva inilah Malacostraca merupakan meroplankton yang digemari oleh ikan-ikan di laut sebagai makanan; jadi suatu primary-food dalam foodchain.

Perubahan dari stadia mysis sampai menjadi specimen-specimen yang sangat berbeda bentuknya, dapat mudah dimengerti jika ada anggapan atau teori: individu secara embrional mempunyai beberapa pasang extremitas yang terdiri dari proto, endo dan exopodite yang masing-masing akan bertumbuh atau hilang sesuai dengan cara penghidupannya. Misalnya bagian ini nanti akan menjadi alat peraba (antenna), alat pengunyah (maxilla dan mandibula), alat jalan (kaki), alat pernafasan dan sebagainya. Embriologi Crustacea dan Vertebrata ini baik sekali dipergunakan sebagai bahan telaah anatomi-komparatif. Dan jika misalnya bagian kepala dan bagian dada sudah menjadi satu (cephalothorax) dan mempunyai 5 pasang extremitas, maka ini berarti bahwa cephalothorax berasal dari gabungan 5 segmen.

II. Plankton dari Cladocera.

Branchiopoda berarti binatang yang mempunyai kaki berinsang. Ordo ini dapat dibagi menjadi Eubranchiopoda (eu = sungguh-sungguh) dan Oligobranchiopoda (oligo =

sedikit, tidak banyak). Oligobranchiopoda merupakan khas zooplankton di air tawar, dan menjadi makanan yang baik bagi ikan mas yang masih kecil.

Oligobranchiopoda juga disebut Cladocera atau Phyllopoda. Terdapat banyak di perairan yang mengandung nannoplankton dan detritus, dan dapat berkembang biak ji ka kolam dipupuk dengan pupuk-kandang. Menurut pengalaman, di Bogor jenis Moina sp. timbul pada kolam yang dipupuk dengan kotoran kuda. Jenis-jenis yang sering terdapat di Indonesia ialah Moina, Bosmina, Ceriodaphnia, Chydorus dan Macrothrix. Berdasarkan penelitian yang kami lakukan, umur Moina sekitar 20 sampai 25 hari; tiap 1 atau 2 hari beranak 3 sampai 5 ekor, yang setelah 3 sampai 5 hari dikeluarkan dari induknya, menjadi dewasa. Dengan demikian kita mendapatkan gambaran tentang jumlah keturunan dari satu specimen sampai matinya.

Biasanya 1 minggu sesudah dilakukan pemupukan, terjadilah blooming Moina weberi Rich.

Tiap individu yang telah dikeluarkan dari induk tidak merupakan nauplius lagi, melainkan sudah setengah dewasa. Seperti diketahui, nauplius adalah nama yang diberikan kepada larva yang baru menetas dari golongan apa saja yang termasuk Crustacea; sudah tentu bentuknya untuk tiap species berlainan. Biasanya telur-telur yang dikeluarkan dari ovarium, mengalir dalam broodsac yang terletak pada bagian dorsal, dan menetas dalam broodsac ini sampai suatu stadia yang jika larva-larva dikeluarkan ke dalam air dapat berenang sendiri.

Moina berkembang biak secara partenogenetik, akan tetapi cara ini juga diselingi dengan terjadinya Moina jantan yang segera melakukan fertilisasi terhadap telur induk betina.

Specimen-specimen yang terdapat di daerah tropik biasanya lebih kecil, akan tetapi jumlah species lebih banyak daripada di daerah subtropik; sebaliknya specimen-specimen daerah subtropik seperti Jepang, agak besar. Genera Daphnia magna dan D. carinata merupakan specimen-specimen besar; D. magna sebesar butir beras. Pada tahun 1968 telah didatangkan D. carinata dari Jepang yang besarnya sedikit lebih kecil daripada D. magna. Setelah diselidiki, ternyata umur D. carinata ini, dan juga D. magna, sekitar 30 hari; hampir tiap hari bertelur dengan 10 sampai 28 anak sekali keluar dari broodsac. Sesudah 5 sampai 6 hari keluar dari induk, Daphnia menjadi dewasa dan mulai bertelur. Daphnia ini sudah 3 tahun berada di Indonesia, dan ketika dibiakkan di laboratorium tetap dapat hidup, meskipun tidak mengalami musim dingin seperti di Jepang. Pada waktu musim tersebut biasanya semua specimen mati, dan hanya meninggalkan 'winteregg' atau ephippium saja. Di daerah tropik ini, seringkali Cladocera juga membentuk wintereggs, dan sebabnya belum diketahui. D. carinata yang sudah 3 tahun di Indonesia juga membentuk wintereggs biarpun tidak ada musim dingin. Wintereggs dapat dikeringkan, dan disimpan berbulan-bulan asal tidak terserang jamur.

D. carinata ini dibawa dari Jepang dalam bentuk ephippium. Tetapi specimen-specimen yang dilepas dialam bebas belum menunjukkan populasi yang bertahan lama; artinya setelah ditebarkan di kolam akhirnya tidak kelihatan lagi.

Di Jepang sudah ada cara untuk memperkembangkan Cladocera, yakni dengan mencampur jerami dengan kapur dan pupuk kandang di kolam-kolam kecil. Indonesia seharusnya juga memperkembangkan dahulu Cladocera, baru sesudah itu dilepaskan burayak-burayak ikan mas yang hen-

dak dibesarkan sampai berukuran 10 a 12 cm.

Di Jepang pada permulaan musim-semi (suhu sudah mulai naik sampai 14°C semua ephippium menetas; pada waktu itu pula dilakukan perkawinan induk-induk ikan mas, agar burayak-burayaknya dapat dibesarkan dengan populasi Cladocera yang berasal dari penetasan winteregg ini.

Ekspedisi Sunda telah menemukan banyak speciesnya di Indonesia, bahkan diantaranya ada yang merupakan species baru. Di Rawa Pening, selain Rotatoria juga terdapat Copepoda. Menurut pengalaman penulis, disini selalu terjadi blooming zooplankton, dan 'belum' seluruhnya di manfaatkan untuk dapat menjadi daging ikan.

III. Plankton dari Anostraca.

Eubranchiopoda terdiri dari Anostraca, Conchostraca dan Notostraca. Sampai saat ini Notostraca tidak atau belum diketemukan di Indonesia. Pada tahun 1945 telah ditemukan untuk pertama kali di kolam pemeliharaan ikan mas di Bered Purwokerto, suatu genus Anostraca yang diberi nama setempat 'huhurangan', yang menurut peternak-peternak ikan setempat mengurangi produksi benih ikan mas. Nama huhurangan ini ialah Streptocephalus javanicus Brehn, suatu hewan yang bentuknya seperti Artemia salina dari Great Salt Lake di Utah USA.

Umur huhurangan ini sekitar 4 bulan; sesudah berumur 2 atau 3 minggu menjadi dewasa. Bagaimana huhurangan ini dapat mengurangi produksi benih ikan mas masih belum dapat diketahui secara pasti; menurut penelitian yang telah dilakukan oleh LPPD, huhurangan yang terdapat dalam jumlah besar tidak mengurangi banyaknya zat asam maupun makanan ikan mas; bahkan huhurangan ini nanti dapat menjadi makanan ikan mas jika benih-benih ikan sudah berukuran lebih besar daripada huhurangan.

Panjang huhurangan ini antara 20 sampai 25 mm (dewasa), dan dapat menjadi makanan ikan-hias di akuarium air-tawar. Secara periodik muncul jenis jantan yang berlainan bentuknya dengan yang betina, dan segera mengadakan fertilisasi (partenogenetik).

Perlu dicatat disini bahwa telur-telur dari seluruh golongan Eubranchiopoda baru mau menetas, jika mengalami kekeringan. Itulah sebabnya telur Artemia salina di USA dikumpulkan dan didistribusikan dalam keadaan kering dalam laboratoria Biologi. Dari sini dapat 'dibuat' zooplankton dengan cara menetaskannya dalam air-tawar, dan selanjutnya digunakan untuk memberi makan larva-larva hewan lain yang sedang diselidiki, misalnya larva-larva Penaeus monodon, P. merguiensis, dan Macrobrachium spp.

IV. Plankton dari Conchostraca.

Conchostraca ini bentuknya seperti remis kecil. Karena carapax dapat menutup seluruh tubuhnya, maka dalam Bahasa Inggris disebut Clamp-shrimp. Kalau Anostraca baru diketemukan di Plered, Conchostraca terdapat di semua perairan yang periodik dapat menjadi kering, karena telur-telurnya dapat menetas hanya jika mengalami kekeringan. Larva-larvanya juga dapat mengurangi produksi benih ikan mas yang dipelihara di daerah Cigombong. Di kolam-kolam di Dramaga, Conchostraca ini dapat diketemukan dalam perut ikan lele (Clarias batrachus), dan sepintas lalu bentuknya seperti sisik-sisik ikan kecil.

Umur Conchostraca sekitar 1 bulan; dapat menjadi dewasa 7 sampai 8 hari setelah menetas. Pada carapaxnya dapat dilihat lingkaran-lingkaran yang konsentrik, seperti yang terdapat pada kulit remis. Lingkaran-lingkaran ini menunjukkan perioda pertumbuhan Conchostraca.

Conchostraca juga terdapat banyak di danau-danau sepan jang Sungai Mahakam, yang pada musim kemarau kering sa ma sekali.

V. Plankton dari Ostracoda.

Ostracoda sebagian besar hidup di air-tawar, di pinggiran kolam, diantara perifiton, atau terbenam dalam detritus di dasar kolam sebagai bentos. Karena ben tuknya yang seperti biji, maka ia diberi nama juga Seed-shrimp.

Sebenarnya Ostracoda bukanlah plankter sejati, ka rena jarang berenang dalam air, melainkan merayap pada substrat jika ada, atau merayap di pinggiran perairan. Ukurannya antara 0,5-2,0 mm. Umurnya sekitar 1 bulan; telur-telurnya yang berjumlah banyak ditempatkan pada benda lain, yang jika menetas bentuknya sudah seperti biji kecil atau kerang kecil. Di laut ada suatu jenis yang sangat besar, yaitu Gigantocypris; bentuknya seperti bola dengan diameter ± 10 cm.

VI. Plankton dari Cirripedia.

Sebagai plankton ordo ini tidak terkenal, akan tetapi beberapa genera jika sudah dewasa mempunyai peran an penting dalam perikanan-laut; sudah tentu larva-larvanya hidup sebagai meroplankton. Genus yang terkenal ialah Balanus, yang dapat menjadi foodcompetitor bagi tiram (Oyster) disamping kompetator dalam hal tempat hidup. Stadium cypris Balanus ini hampir tidak berbeda dengan Ostracoda kecil.

Genus Sacculina merupakan parasit pada kepiting (Scylla serrata Forsk) yang banyak tertangkap di sekitar Segara Anakan, sebelah barat Cilacap; juga stadium

cyprisnya serupa seperti Ostracoda.

Menurut keterangan, kepiting laut di USA (Callinectus sapidus) rasanya menjadi enak dan mahal harganya jika dihinggapi oleh Sacculina ini; tidak begitu dengan kepiting-kepiting yang terdapat di Segara Anakan: kepiting yang dihinggapi Sacculina sukar dijual.

VII. Plankton dari Copepoda.

Jenis-jenis Copepoda merupakan zooplankton sejati di laut maupun air-tawar. Dan terutama di laut, Copepoda ini penting sebagai primary-food bagi ikan-ikan.

Banyak golongan Copepoda yang merupakan ektoparasit pada ikan dilaut atau air-tawar, seperti Argulus, Lernaea dan Ergasilus. Yang hidup bebas sebagai plankton ialah subordo-subordo Calanoidea, Cyclopoidea, Centrophagidea dan Harpacticoidea, yang terdiri dari banyak sekali genera, dan harus menggunakan tabel-determinasi untuk menentukan nama-nama Latinnya.

Genus Calanus terdiri dari banyak subgenus seperti Calocalanus, Eucalanus, Micropseudocalanus dan Limnocalanus; ini berarti perbedaan anatomi tiap jenis sedikit sekali, misalnya perbedaan jumlah segmen, sedang setiap segmen hanya sedikit berbeda sedikit bentuk appendages atau extremitasnya; begitu pula dengan genus Cyclops yang mempunyai peranan penting sebagai zooplankton di perairan tawar.

Subordo Calanoidea ini terdiri dari specimen-specimen besar seperti butir beras, dan merupakan makanan langsung bagi ikan selar (Caranx spp.), kembung (Rastrelliger spp) ekor-kuning (Caesio spp.) bersama-sama dengan jenis lain dari meroplankton. Specimen Calanus yang terbesar di dunia ialah Calanus finmarchicus, yang panjangnya sampai

4,5 mm dan menjadi makanan langsung bagi ikan-ikan besar di Atlantik Utara, bahkan juga untuk ikan paus;sedangkan Calocalanus (Dana) merupakan satu contoh specimen yang berbentuk spesifik agar tidak mudah mengendap. Sebaliknya Cyclopoidea mempunyai peranan penting di perairan tawar, terutama Cyclops yang terdapat di segala macam perairan tawar di seluruh dunia. Genus ini merupakan predator diantara zooplankton, dan paling tahan hidup dalam kondisi jelek. Umurnya sekitar 30 hari; jenis betina mudah terlihat jika di kanan kiri ekor terdapat kantong. Yang terdapat banyak di perairan tawar ialah Diaptomus; antennanya lebih panjang dan badannya lebih pendek dari pada Cyclops. Cyclops juga terkenal sebagai inang-perantara pertama dari Diphyllobothrium latum (Cestoda). Di dalam tubuh Cyclops terdapat procercoid-stadium, dimana stadium larva nanti dapat menjadi pleurocercoid bila ikan kemasukan Cyclops tersebut. Bila ikan ini dimakan setengah matang oleh manusia, maka pleurocercoid akan menjadi cacing-pita dewasa. Cyclops juga merupakan inang perantara (intermediair-host) dari Dracunculees medineusis yang hidup di kaki manusia di negara-negara Arab.

Menurut pengalaman penulis, jika dibandingkan dengan specimen-specimen Rotatoria, Cladocera dan Ostracoda maka specimen-specimen Cyclopoidea lebih sering diketemukan di perairan bebas. Ketika mencari Cladocera dan Ostracoda di sekitar Bandung misalnya, hasilnya sama sekali nihil; hanya didapatkan specimen-specimen dari Cyclopoidea.

VIII. Plankton dari Amphipoda.

Ordo ini ada yang hidup sebagai makroplankton seperti Gammarus, Caprella dan Eprimo; keistimewaannya berma ta besar, dan genera yang bentik merupakan meroplankton.

PLANKTON DARI MOLLUSCA, ECHINODERMATA DAN CHORDATA

I. Plankton dari Mollusca.

Mollusca terdiri dari classis Gastropoda, Pelecypoda (Bivalvae) dan Cephalopoda. Di perairan tawar, meroplankton dari Gastropoda dan Bivalvae tidak begitu berperanan penting. Perlu dicatat disini, bahwa penulis belum pernah melihat adanya glochidia (larva yang belum sempurna) dari Unionidae di alam bebas, tetapi pernah menyaksikan glochidia sebagai embrio yang masih berada dalam telur dalam tubuh kijing.

Seperti diketahui, glochidia jenis Anodonta (Unionidae) yang terdapat di Eropa dan USA, merupakan temporair-parasite yang menyerang insang ikan dan hidup didalamnya sehingga menjadi Bivalvae kecil, kemudian meninggalkan insang dan seterusnya menjadi kijing dewasa. Di Indonesia, belum pernah dilaporkan ada kematian ikan karena insangnya terserang oleh beribu-ribu glochidia seperti halnya di Eropa dan USA, bahkan di danau-danau kecil sepanjang Sungai Kapuas sampai Putu Sibau yang mengandung puluhan kijing (Hyriopsis velthuzeni Schepman) pada tiap m^2 dasar danau; padahal jenis kijing ini mempunyai glochidia, biarpun dalam telur dan masih berada didalam tubuh.

Hyriopsis schegelli yang terdapat di danau Biwa Jepang, digunakan untuk membuat mutiara yang berwarna 'pink', dan hanya mempunyai pasaran di India (1953).

Pada hewan-hewan apa glochidia ini di Indonesia menempel sebagai temporair-parasite, belum diketahui; ada kemungkinan pada Amphibia atau Reptilia. Pada tahun 1971 LPPD Bogor memasukkan ikan-ikan baru dari Taiwan, yang membawa glochidia Unionidae, terbukti di kolam-kolam Cibalagung beberapa bulan kemudian ditemukan ki-

jing-kijing besar yang belum pernah ada sebelumnya di Pulau Jawa. Di Jawa hanya terdapat 6 genera Unionidae yang bentuknya kecil-kecil, sedang ukuran Unionidae yang baru ini (Anodonta woodiana Lea) sebesar 'tangan', jadi sama besarnya dengan kijing di Jepang yang digunakan untuk pembuatan mutiara. Kita berharap saja mudah-mudahan specimen-specimen ini dapat berkembang biak dan menjadi bahan makanan bagi rakyat.

Veliger-larva dari Gastropoda dan glochidianya tidaklah begitu penting sebagai meroplankton di air-tawar. Akan tetapi di laut ada specimen-specimen kecil dari Gastropoda yang hidup planktonik, seperti ordo-ordo Streptoneura dan Opistobranchia, masing-masing hidup di Atlantik Utara dan daerah tropik. Beberapa genera Streptoneura (=Pteropoda) seperti Limacina dan Clion, merupakan makanan langsung untuk ikan paus dan ikan-ikan besar lain; sedangkan genera yang terdapat di daerah tropik meliputi genera-genera Atlanta, Carinaria dan Pterotrabia (=Heteropoda).

II. Plankton dari Echinodermata.

Dari phyllum ini hanya larva-larvanya saja, dari beberapa ordo, yang merupakan meroplankton. Ada larva yang bentuknya seperti larva Chordata, sehingga ada anggapan bahwa Chordata adalah keturunan Echinodermata. Fosil Graptolith yang terdapat pada akhir zaman Cambrium dan bentuknya seperti salah satu ordo dari Echinodermata, menurut ahli-ahli evolusi memperkuat anggapan ini. Genera-genera Echinodermata yang larva-larvanya merupakan meroplankton ialah Bipinaria, Brachiolarva dan Auricularia, yang pada waktunya akan mengendap semua pada dasar laut sebagai benthal-fauna.

III. Plankton dari Chordata.

Seperti diketahui Chordata, termasuk ordo Mamalia, menurut Evolusi merupakan keturunan dari specimen-specimen yang hidup sebagai zooplankton, dan bentuknya mirip dengan larva-larva Echinodermata.

Dari 4 subphylla dari Chordata, hanya subphyllum Enteropneusta dan Urochordata yang hidup sebagai zooplankton; Cephalochordata, termasuk genus Amphioxus, dan Vertebrata, tidak ada yang merupakan meroplankton sejati. Larva-larva dari Enteropneusta inilah yang bentuknya seperti larva Echinodermata, seperti Tornaria-larva.

Dari Urochordata, larva-larvanya terkenal sebagai Salps, Appendicularia dan Oikopleura. Larva-larva yang bentuknya seperti Oikopleura, penulis sering menemukannya di Teluk Jakarta tidak saja sebagai plankton, melainkan juga dalam usus ikan-ikan kembung dan selar.

Perlu ditambahkan, bahwa Leptocephalus, larva-larva dari Anguillidae, dapat digolongkan sebagai meroplankton di bagian-bagian laut yang menuju muara. Mungkin sekali Leptocephalus terhindar dari musuhnya karena tidak berwarna (transparan); baru jika larva-larva ini memasuki sungai-sungai menjadi Anguilla-kecil sebagai meroplankton, akan dimangsa oleh ikan-ikan buas.

Belakangan ini telah diketemukan oleh LPPD konsentrasi benih Anguilla spp.(Elvers); besar kemungkinan sidat (Anguilla bicolor Rich.), yang berhubung rasanya mirip Anguilla japonica, maka Jepang hendak memborongnya untuk dipelihara menjadi ukuran konsumsi disana.

Telah diterangkan tentang sangat efisiennya fotosintesis fitoplankton bila dibandingkan dengan fotosintesis flora daratan seperti padi. Pengetahuan ini baru didapatkan melalui penyelidikan fotosintesis pada Chlorella pyrenoidosa yang gizinya sangat tinggi dan mungkin sekali suatu ketika akan digunakan sebagai makanan untuk manusia.

Perintis dalam hal kultur plankton adalah Chodat dan Beijerinck (1890). Mula-mula kultur fitoplankton diperlukan hanya untuk penyelidikan fisiologi, siklus hidup, determinasi dan genetika dari fitoplankton tertentu. Umumnya media kultur fitoplankter di laboratorium tidak berbeda dengan ketika menumbuhkan tanaman tingkat tinggi, karena keduanya produsen yang hidup dari sinar, air dan bahan-bahan anorganik atau pupuk buatan seperti ZA, TSP dan Urea. Meskipun begitu media kultur fitoplankter harus mendapat trace-elements (micronutrient), vitamin dan beberapa senyawa yang khas sebagai media fitoplankter seperti EDTA, $FeCl_3$, tris-buffer dan lain-lain. Berhubung tiap produsen harus berfotosintesis, maka dalam media juga harus terdapat $MgSO_4.7H_2O$, karena logam dalam senyawaan klorofil-a ialah magnesium; sedang jika kita mengkultur Diatomae, silicium harus diberikan, biasanya dalam bentuk Na_2SiO_3.

Dalam kultur fitoplankton harus dijaga benar banyaknya sinar, suhu, salinitas dan pH, karena faktor-faktor ini menentukan hasil percobaan. Mengkultur fitoplankter berasal dari laut, sebaiknya mengambil air laut asli yang bersih dan bersalinitas tinggi (misalnya 35‰); pemanasan sekitar 70°C sebelum digunakan sebagai media, dimaksudkan agar segala macam spora berkecambah; sesudah itu dipanaskan lagi sampai 100°C agar spora-spora mati. Biarpun

dalam air lautsudah terdapat garam-garam yang diperlukan, tetap harus ditambah garam yang diperlukan, karena dalam kultur kita menghendaki fitoplankter yang diperlukan lebih banyak dari pada yang ada di laut.
Dalam buku-buku mengenai kultur fitoplankter di laut, diterangkan garam apa yang harus ditambahkan, kuantitatif maupun kwalitatif.

Dalam kultur fitoplankton ada dua tujuan, ialah monokultur atau kultur murni. Bila hendak mengkultur fitoplankter sebagai makanan zooplankter cukuplah membuat monokultur, misalnya sebagai makanan untuk Brachionus plicatilis, yang hidup di air payau. Tetapi bila mengkultur fitoplankter untuk keperluan genetika, fisiologi atau siklus hidup, harus mengkultur ac fitoplankter yang bersangkutan secara murni, artinya tanpa adanya bakteri. Dalam hal ini kita harus bekerja secara hati hati seperti kita mengkultur bakteri ., dan semua ini ada caranya tertentu dan harus menghindari adanya kontaminasi dengan organisma lain.

Di luar negeri sudah banyak data untuk mengkultur, tidak saja macam-macam fitoplankter tetapi juga macam-macam zoo-plankter yang penting guna mengetahui aspek genetikanya, siklus hidup dan sebagainya.
Misalnya Paramaecium telah dikultur untuk keperluan dasar-dasar genetika. Manusia telah dapat ' membuat ' varietas-varietas Paramaecium baru begitu rupa, sampai bila 2 varietas yang berlainan bertemu, kedua specimen hancur dan larut bersama-sama.

Zaman sekarang ini, kita mengkultur zooplankter yang merupakan makanan larva dari udang-udang yang ekonomik seperti udang windu, udang putih serta udang galah, ialah Brachionus plicatilis, Diaphanosoma, dan lain-lain atau memberi larva-larva dari Artemia salina Leach.

Seperti kita ketahui udang-udang tingkat tinggi (Malaco straca) seperti udang, windu dan sebagainya, mempunyai lima macam larva: nauplius, metanauplius, zoea, mysis dan juvenile dan di alam 90% dari larva ini mati, karena kekurangan makanan, atau dimakan oleh makhluk lain. Tetapi bila larva-larva ini, dipelihara dalam laoboratorium dan diberi makan yang tepat, kuantitaf maupun kualitatif untuk tiap larva udang maka 90% dari, jumlah larva-larva tersebut dapat menjadi 'juvenile (= udang), dan "udang muda" ini akan menjadi udang-udang besar bila dipelihara dalam tambak.

Maka dalam laboratorium penelitian udang di Jepara, sebagian besar aktivitasnya ialah mengkultur fitoplankton dan zooplankton dalam bak-bak besar untuk memberi makanan larva-larva udang yang ekonomik; selain itu juga larva-larva udang diberi makanan larva-larva Artemia salina, yang untuk ini diperlukan telor-telor Artemia, yang sangat mahal dan sampai saat ini masih mengimpor dari luar negeri.

Di Jepang sendiri dimana akuakultur di laut sudah maju, tidak hanya udang-udang saja yang dipelihara sampai besar, tetapi juga macam-macam kijing (Bivalve), seperti tiram (Ostrea spp), Pinctada martensii yang juga digunakan untuk mengkultur mutiara-laut dan lain-lain.

Larva-larva dari bivalve ini diberi makan macam-macan Diatomae-laut, sampai menjadi kijing-kijing muda, untuk nanti dibesarkan dan digunakan sebagai bahan makanan manusia atau untuk mengkultur mutiara-laut dan lain-lain.

Sudah terang larva-larva dari hewan laut ini diberi makanan Diatomae-laut yang bentuknya kecil-kecil seperti :
Chaetoceros calcitrans, Skeletonema costatum,
Nitzschia closterium dan lain-lain, atau diberi makan fitoplankter seperti Isochrysis, Platymonas, Tetraselmis dan Dunaliella sp, yang masing-masing harus dikultur dahulu, sebelum disajikan sebagai makanan untuk larva Bivalve ini.

Beberapa media kultur untuk fito maupun zooplankter

1. Kultur-media nitrofixing-alga-biru seperti Tolipotrix, Calotrix. Specimen ini dianggap sebagai pelopor-pelopor penghidupan di dunia ini, dapat hidup dalam tanah yang tidak ada nitrogenium (zat lemas) tetapi dapat mengambil zat ini dari udara guna membuat zat-zat amino
   Sudah terang dalam media kultur ini tidak ada unsur N_2; akan tetapi dalam 1 liter terdapat 0,3 gr K_2HPO_4, 0,2 gr $MgSO_4.7H_2O$, 0,05 gr $CaCl_2$, $FeCl_3$ dan a gr lu osa.
2. Media untuk alga-biru lainnya yang tidak dapat mengambil N_2 dari udara, jadi harus diberi senyawaan N dalam media-nya, media kulturnya sama seperti media No. 1, ditambah 0,2 gram KNO_3.
3. Contoh kultur untuk Spirogyra sp, dan lain-lain genera dari alga-hijau (Chlorophyta).
   Media: KNO_3 0,02%, K_2HPO_4 0,003%, $MgSO_4.7H_2O$ 0,001% $FeSO_4.7H_2O$ - 0,0005%, $CaSO_4$ - 0,0002%.
   Perlu dijelaskan disini dalam hal menimbang $MgSO_4.7H_2O$ - berat 7 molekul air, harus diperhitungkan.
4. Contoh untuk kultur Desmidiacae dalam air-tawar yang bersifat asam, khusus untuk Micrasterias, yang bentuknya indah-indah:
   dalam 1 L aquadest: KNO_3 - 0,02%, $(NH_4)_2HPO_4$ - 0,002% $MgSO_4.7H_2O$ - 0,001%, $CaCl_2.6H_2O$
   $FeCl_3$ - 0,00005% - dan pH diantara 5,5 - 6,5.
5. Contoh Chlorella sp dalam air-asin:
   dalam 1 L. air laut salinitas 35 permil sesudah digodok diberi urea 100 mgr (=100 ppm), K_2HPO_4 - 2 mgr. $FeCl_3$ - 2 mgr, $MgSO_4.7H_2O$ - 2 mgr, EDTA 2 mgr.
   Chlorella ini dapat mudah dikultur dalam air-tawar; Chlorella yang hidup dalam air-asin, dikultur dalam air

dengan berbeda salinitas; misalnya dalam media 25‰, sesudah itu dikultur dalam 15‰, selanjutnya 5‰ dan kemudian dalam air-tawar 0‰.

Memang aslinya Chlorella hidup di air-tawar di kali-kali, tetapi bila 'kesasar' di daerah tambak dapat hidup juga sampai 35‰.

6. Contoh kultur Tetra-selmis sp dari USA yang digunakan untuk Brachionus plicatilis dalam air-asin 20‰ - 35‰:
   Media: 50 mgr Urea, 10 mgr Z.A, 10 mgr T,S.P, ditambah, dengan $FeCl_3$ - 2 mgr, $MgSO_4.7H_2O$ - 2 mgr, EDTA - 2 mgr, $FeCl_3$ - 2 mgr, dalam 1 L. air-laut.
7. Media-kultur untuk Diatomae-laut yang bentuknya kecil-kecil, sebagai makanan untuk Rotatoria, dan larva-larva kijing-kijing (Bivalve) yang dipelihara di Jepang. Untuk memudahkan biasanya dibuat larutan media yang berkonsentrasi tinggi dan kemudian baru diencerkan untuk keperluan media sebanyak satu liter.
   Larutan A: dalam 100 cc akuades, dilarutkan
   20,2 gr KNO_3 20,2 gr KNO_3.
   Larutan B: dalam 80 cc akuades, dilarutkan:
   $Na_2HPO_4.12\ H_2O$, $CaCl_2.6\ H_2O$ - 2 gr.
   $FeCl_3$ - 2 gr, HCl 36% dari apotik - 2 cc.
   Untuk keperluan penggunaannya, 1 L air laut sesudah digodok dan didinginkan, diberi 2 cc larutan A dan 1 cc larutan B.

Perlu diterangkan disini bahan-anorganik harus prosanalisis kecuali ZA, Urea dan TSP yang digunakan dalam bak-bak besar dalam laboratoria pembenihan udang besar yang ekonomik, seperti di Jepara.

Sebagai sinar, cukup digunakan lampu-lampu neon, sedang untuk aerasi dalam laboratorium cukup aerator-listrik, dan untuk bak-bak besar dari beton digunakan 'blower' yang digerakkan oleh elektromotor atau mesin-mesin bertenaga bensin.

DAFTAR PUSTAKA

Brauer, A. 1912. Die Susswasser Fauna Deutschlands. Verlag von Gustav Fisher, Jena.

Burlew, J.S. 1953. Algal Culture, from Laboratory to Pilot Plants. Carnegie Inst. of Washington Publ. 600. Washington D.C.

Davis, C.C. 1955. The Marine and Freshwater Plankton. Michigan State Univ. Press.

Doflein, F. 1916. Lehrbcc der Protozoonkunde. Verlag von Gustav Fisher, Jena.

Fritsch, F.E. 1948. The Structure and Reproduction of the Algae. Vol. I, II. Cambridge Univ. Press.

Gojdic, M. 1953. The Genus Euglena. The Univ. of Wisconsin Press.

Huber-Pestalozzi, G. 1968. Das Phytoplankton des Susswassers (Die Binnengewasser Band XVI). E. Schweitzer Bart'schen Verlag Buchhandlung. Stuttgart.

Idyll, C.D. 1970. The Sea Against Hunger. Thomas, Y.Cromwell Comp., New York.

Kavaler, L. 1961. The Wonders of Algae. John Way, New York.

Lewin, R.A. 1962. Physiology and Biochemistry of The Algae. Edward-Arnold Ltd., London.

Naumann, E. 1929. Grundlinnen der Experimentellen Plankton forsching. Die Binnengewasser Band VI.

Needham, J.G. 1941. A Guide to The Study of Freshwater Biology. Comstock Publ. Company Inc.

Prescott, G.W. 1948. How to Know the Freshwater Algae. Dubugue, Iowa.

Raymont, J.E.G. 1963. Plankton and Productivity in The Oceans Pergamon Press, London & New York.

Rabenhorst's Kryptogamen Flora Monographien der Algae. Akademische Verlaggeschellschaft. M.B.H.

Round, F.E. 1966. The Biology of The Algae. Edward-Arnold Ltd London.

Schmitt, M.L. 1965. Crustacean. Ann. Arbor. University of Michigan Press.

Smith, G.M. 1951. Manual of Phycology. Waltham Mass. U.S.A.

Scott, A.M. and G.W. Prescott. 1961. Indonesian Desmids. Hydrobiologia Vol. VII No. 1-2.

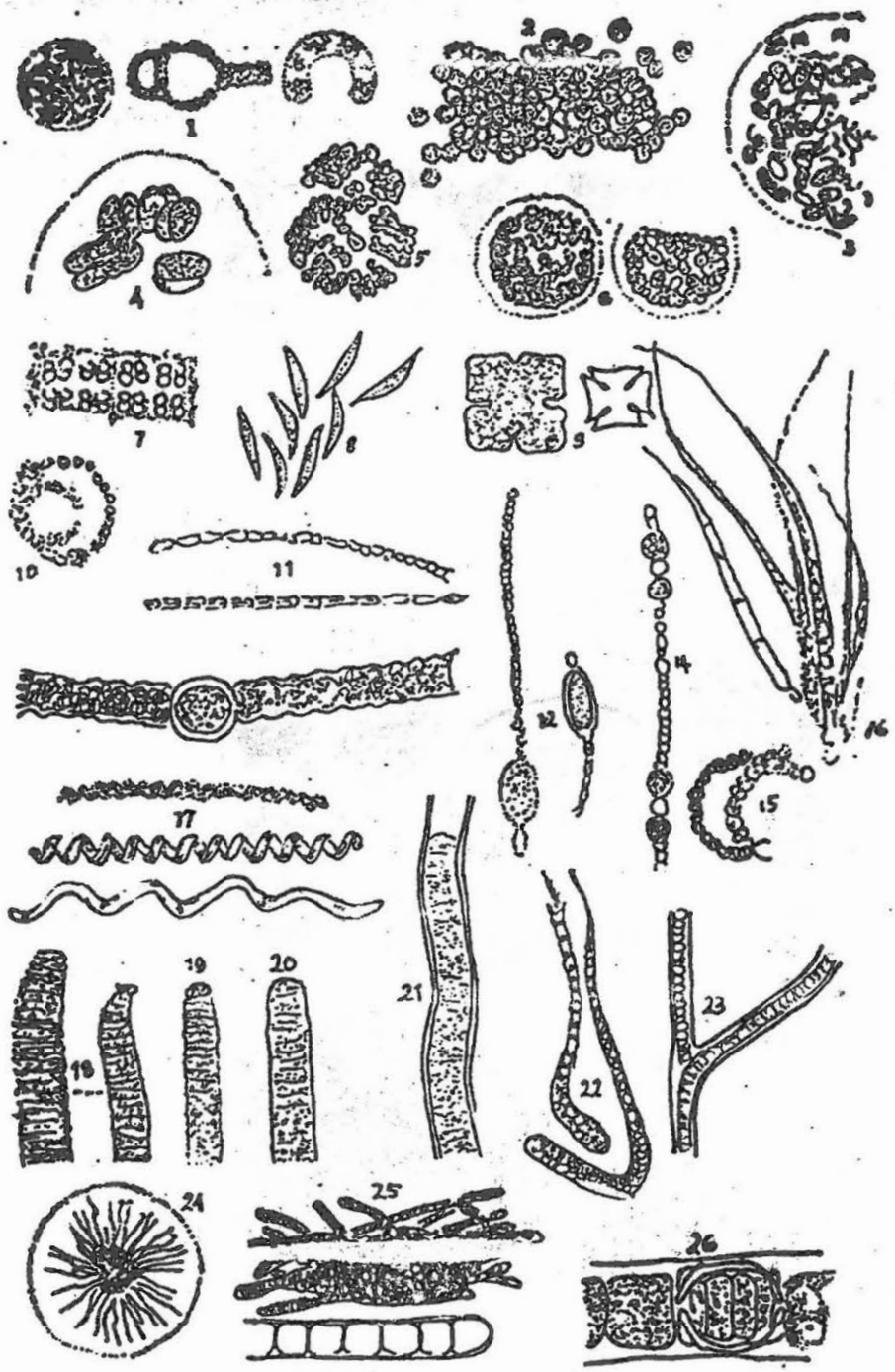
Steeman Nielsen, C. 1953. The Use of C^{14} for Measuring Organic Production of The Sea. J. Cons. Inst. Explor. Mer. 18, 117-140.

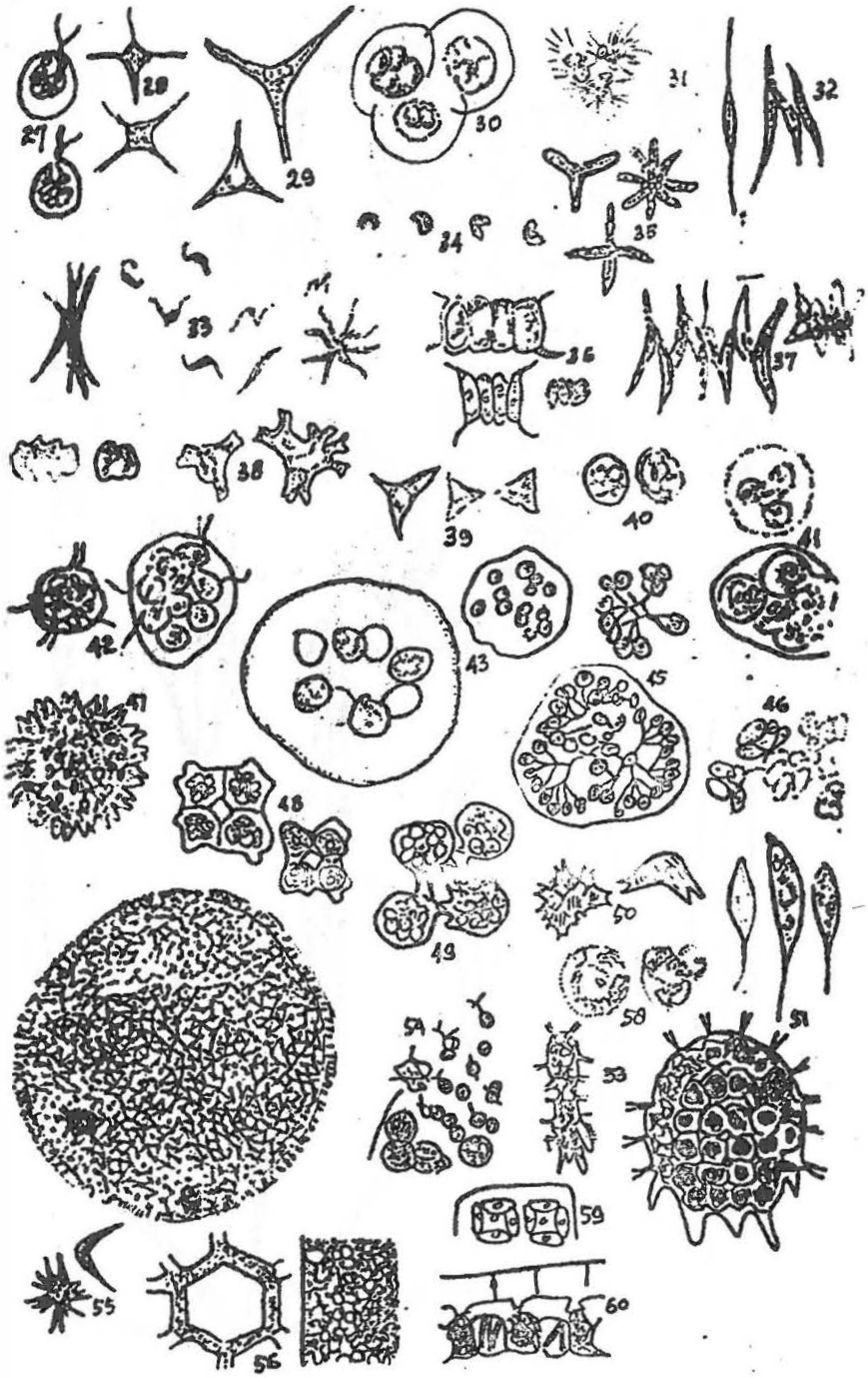
Storer, T.I. and R.L. Usinger. 1957. General Zoology. Mc. Grawhill Book Company, Inc. New York.

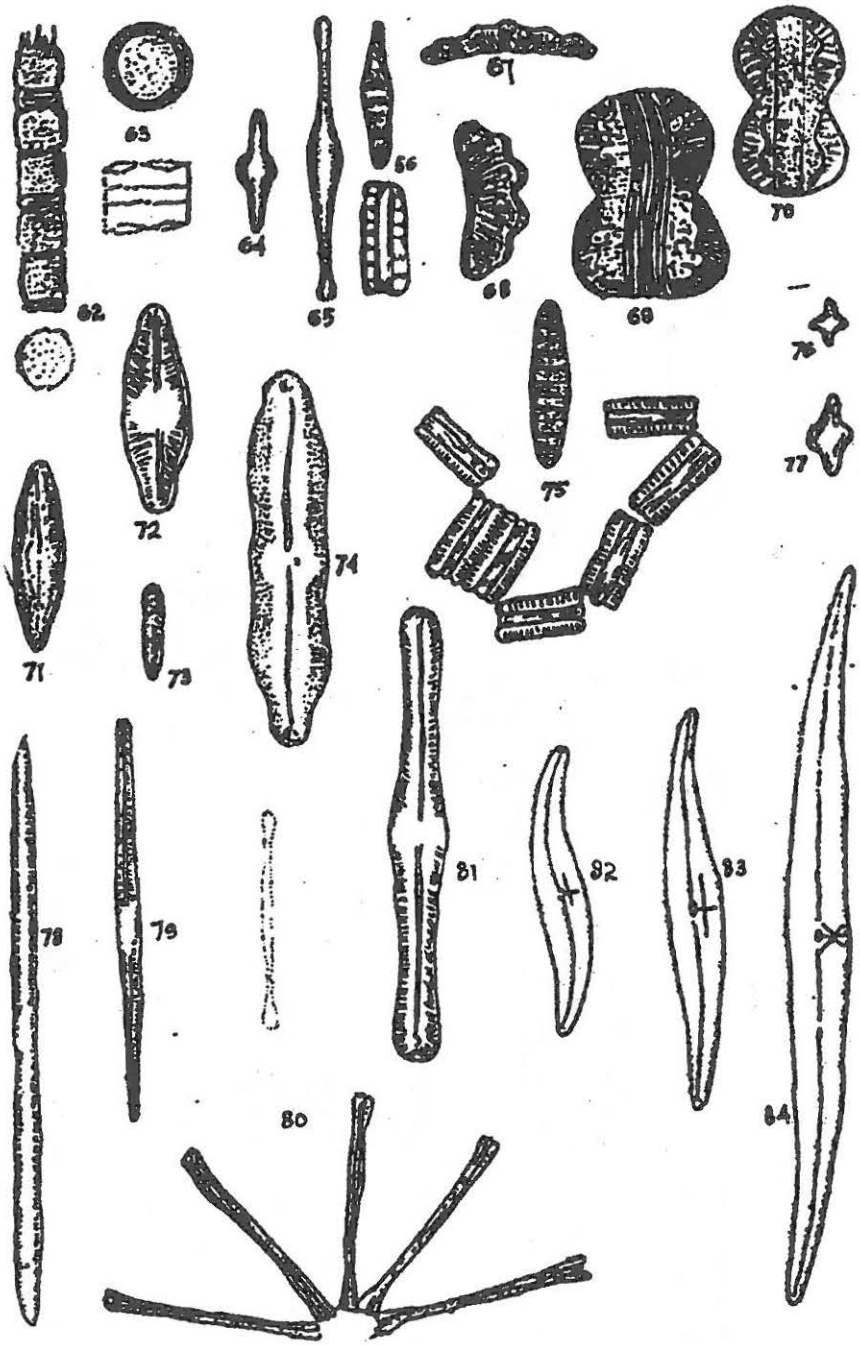
Sverdrup, H.V., M.W. Johnson and R.H. Fleming. The Oceans. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. N.J.

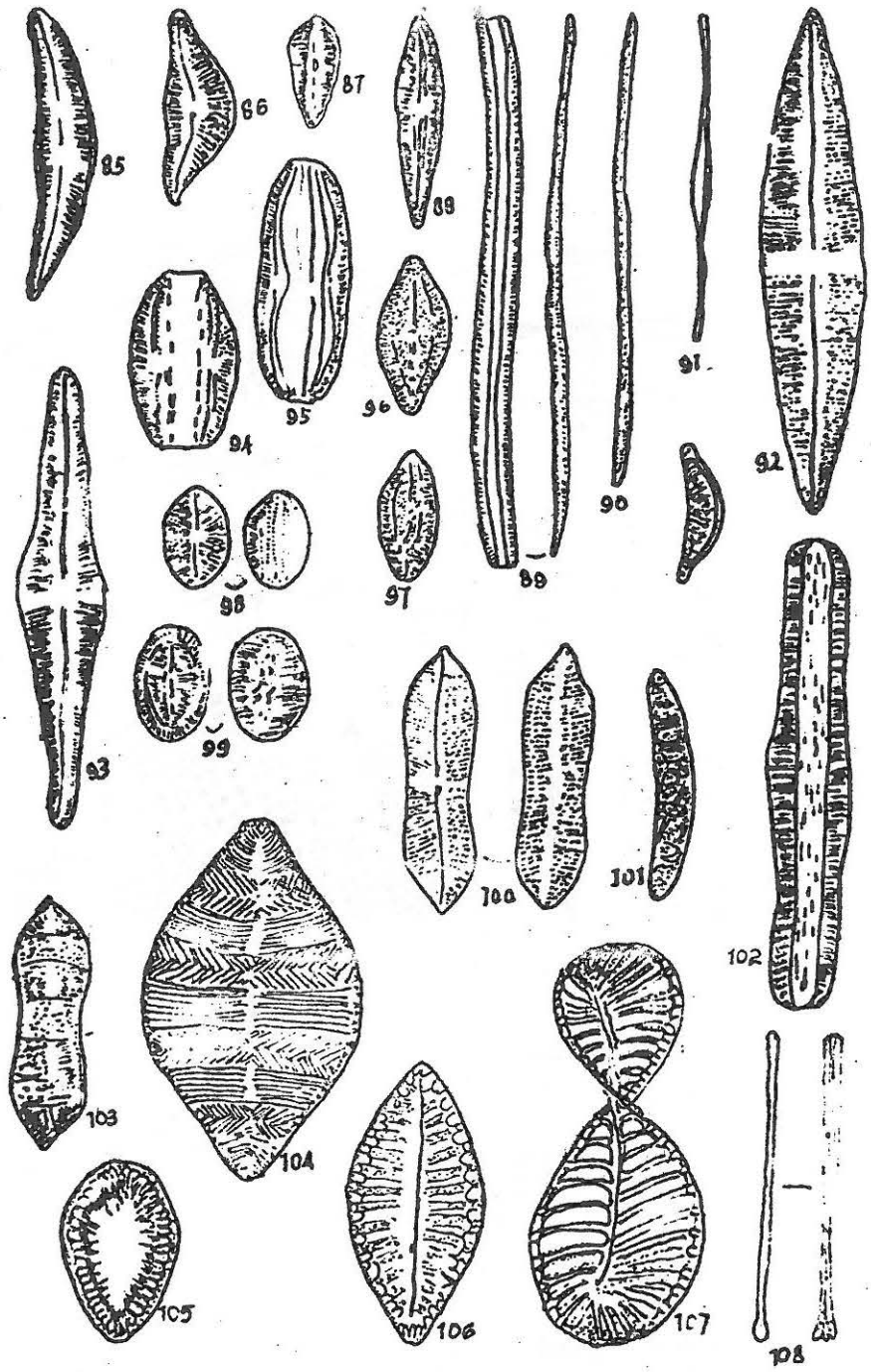
Wesenberg-Lund, C. 1939. Biologie der Susswasser. Wien, Verlag von J. Springer.

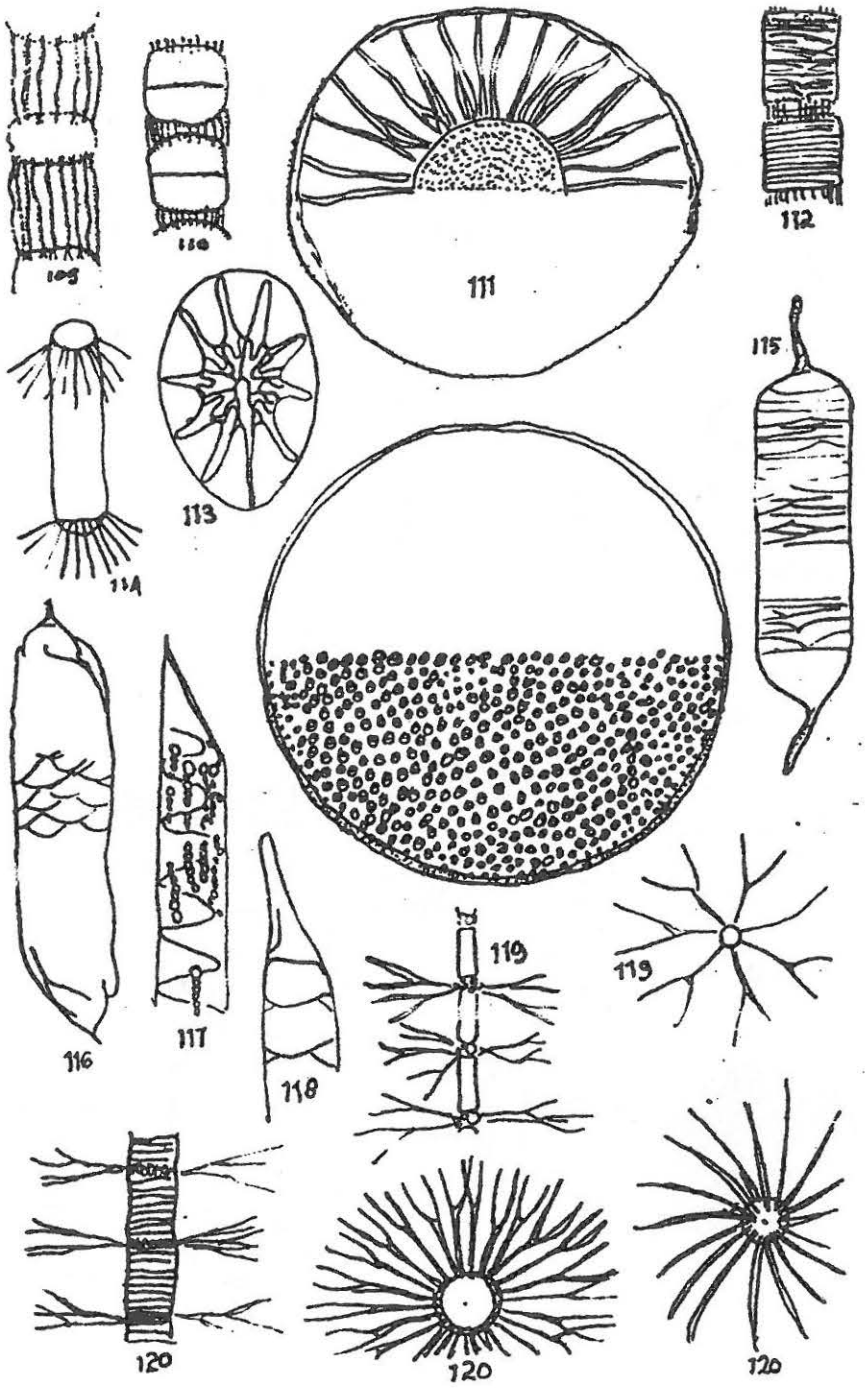
Zaneveld, J.S. 1950. Drie Eeuwen Algologisch Werk in Indonesia 1650-1950. Chron. Natural 106 : 329-339. f. 1-2.(termasuk kepustakaan tentang hasil-hasil dari Limnologisch Sunda Expeditie th. 1928-1929).

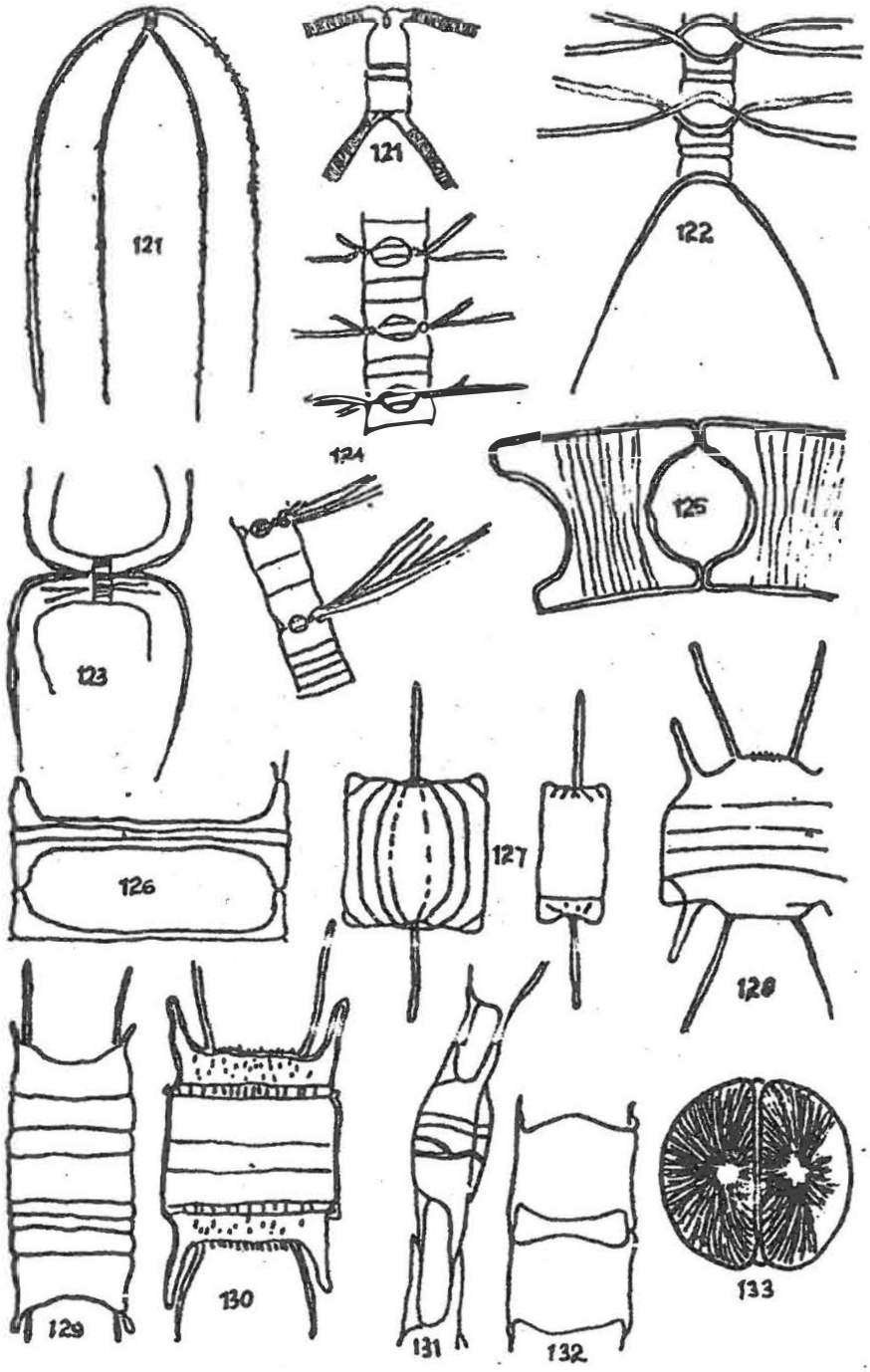

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

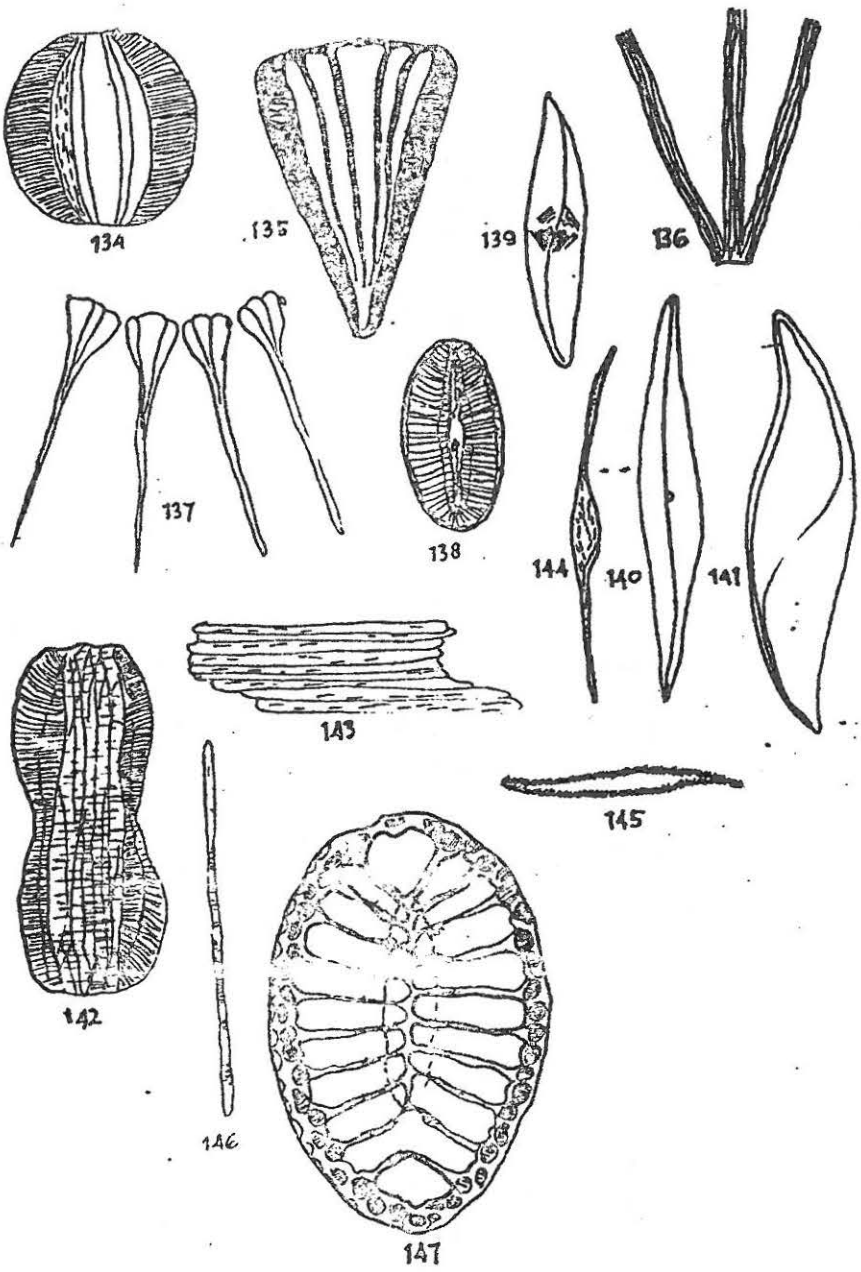

27
28
29
30
31
32
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
45
46
47
48
49
50
51
53
55
56
59
60

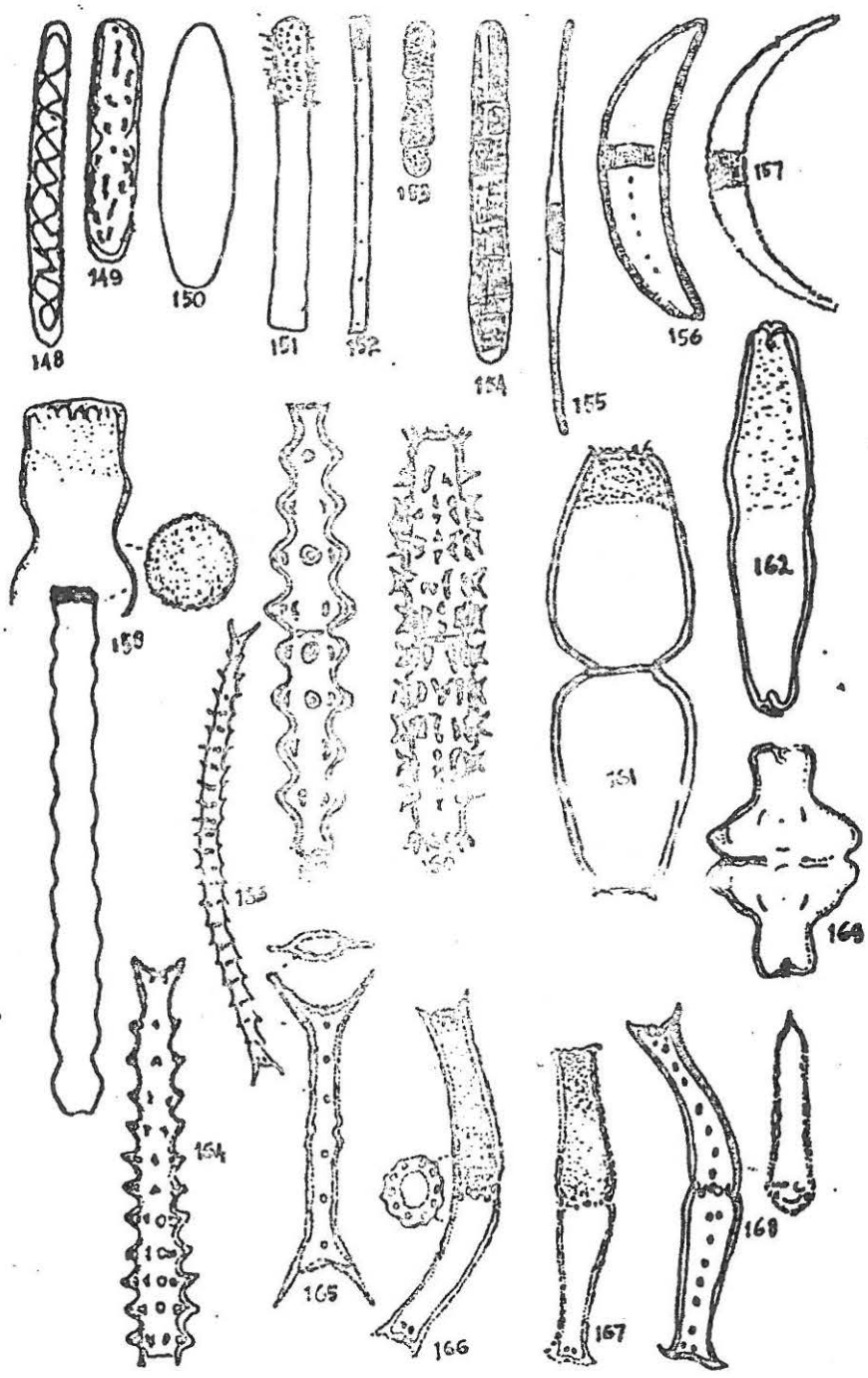

63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84

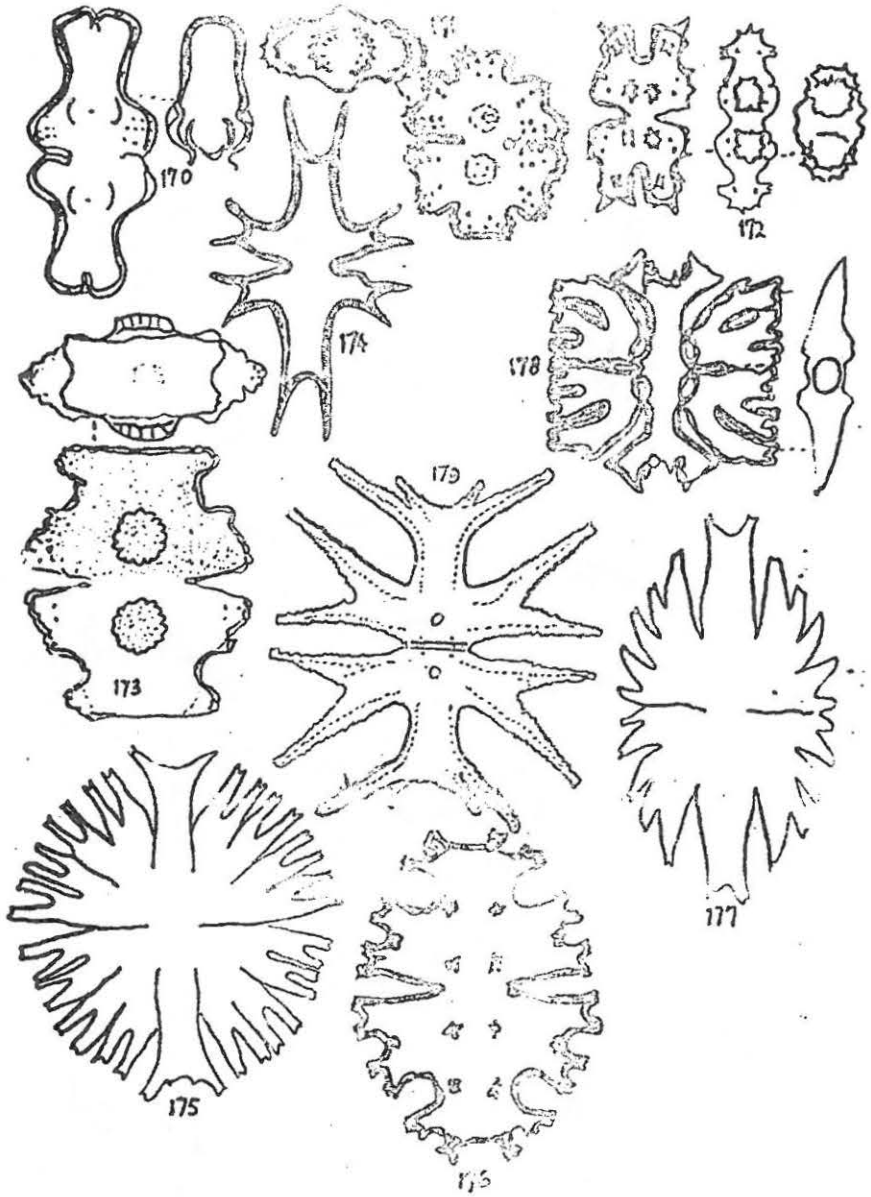

85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108

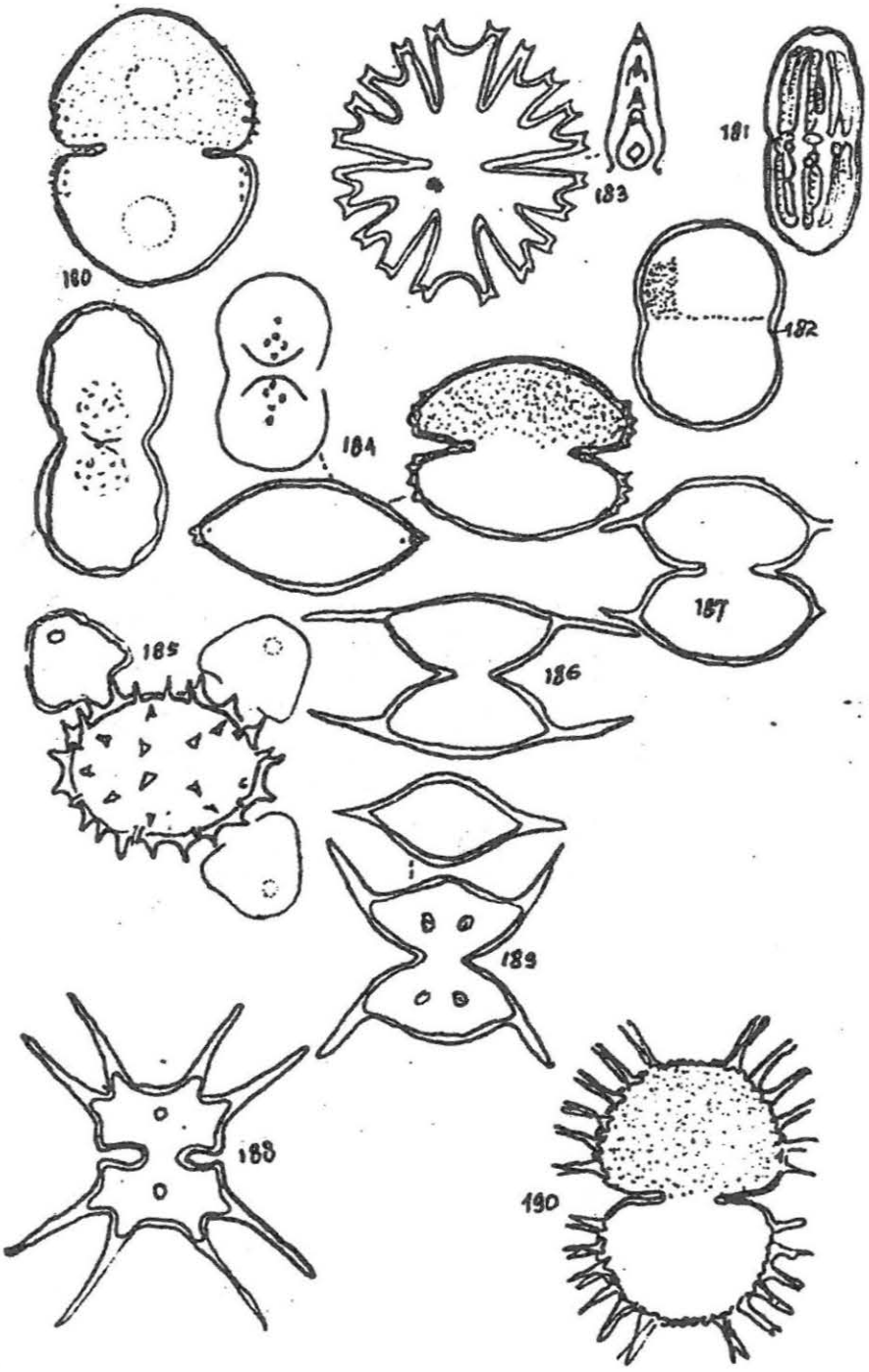

109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
119
120
120
120

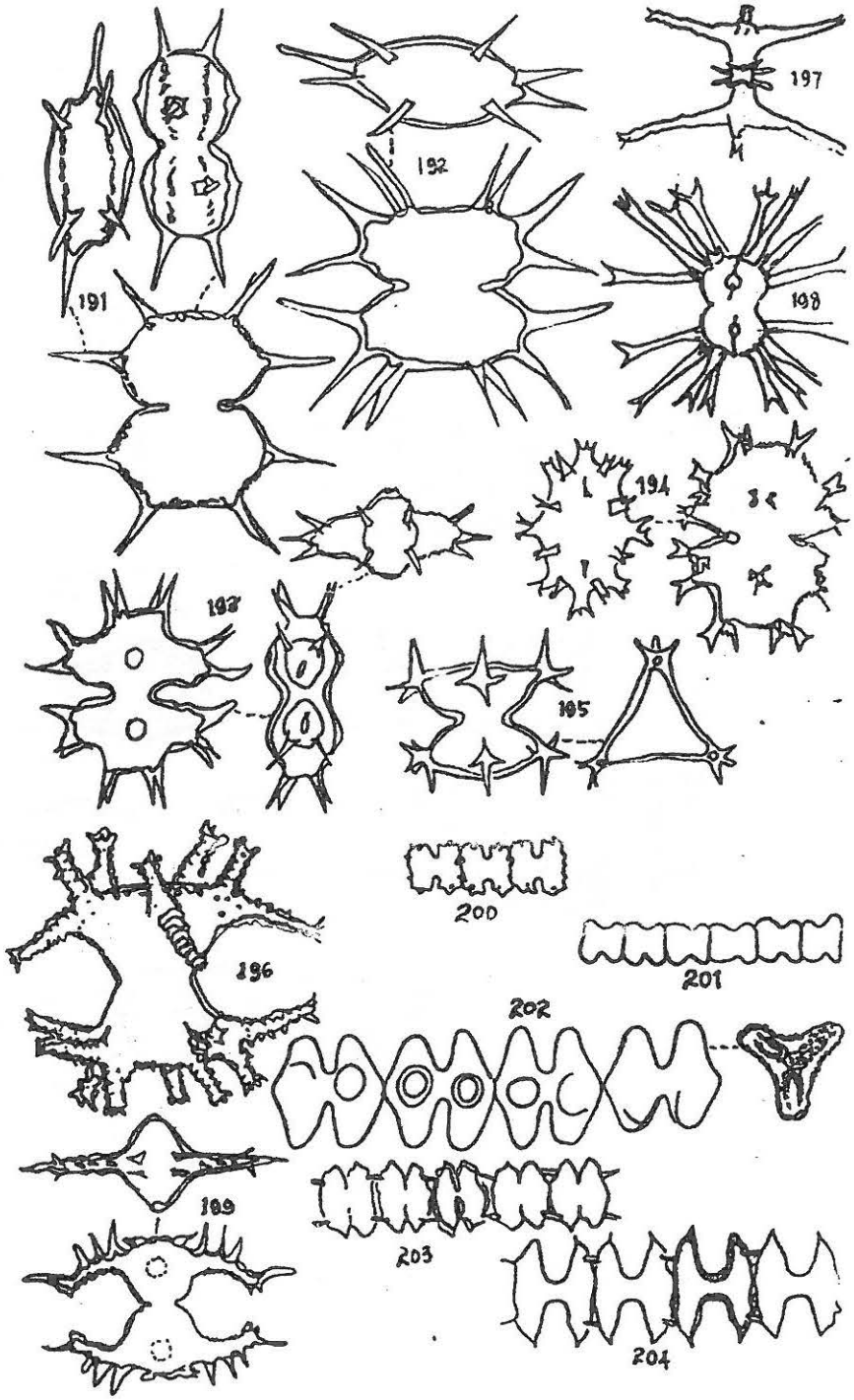

121
121
122
124
125
123
126
127
128
129
130
131
132
133

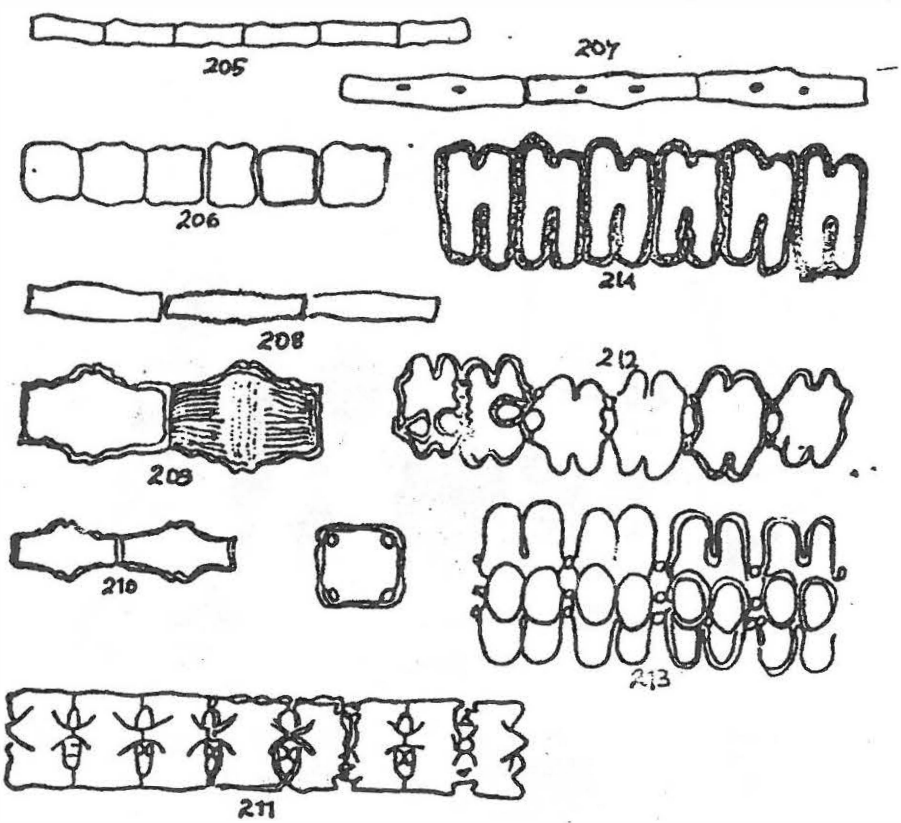

134
135
139
136
137
138
144
140
141
143
145
142
146
147

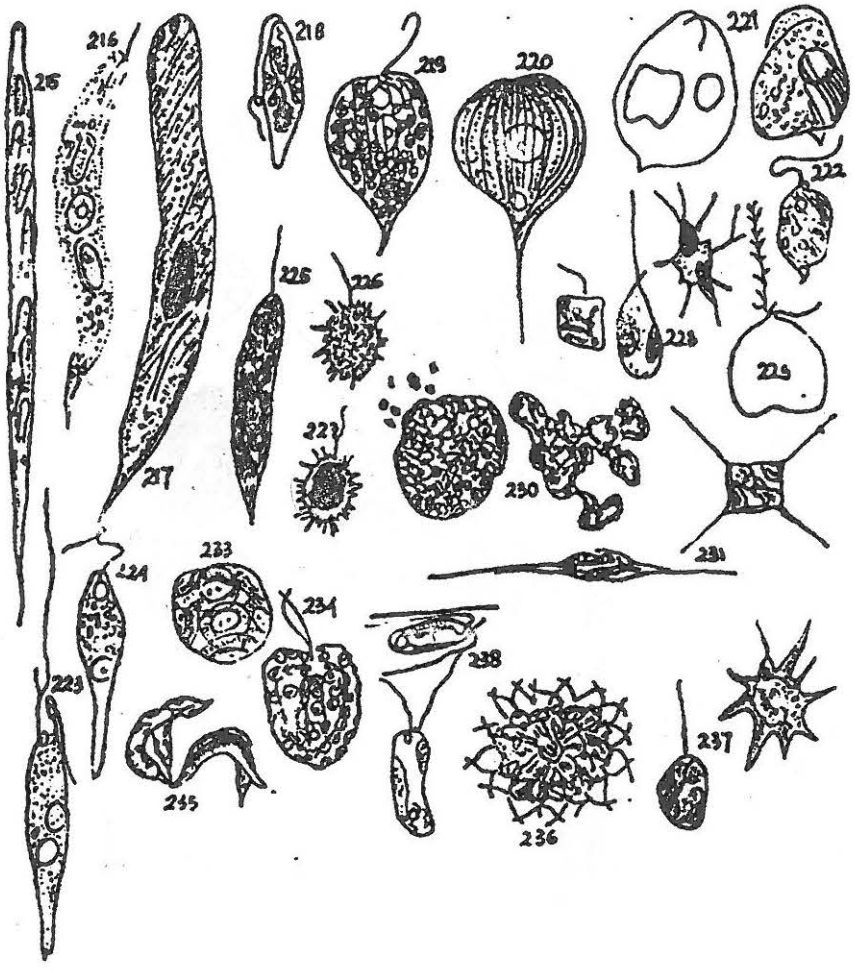

148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168

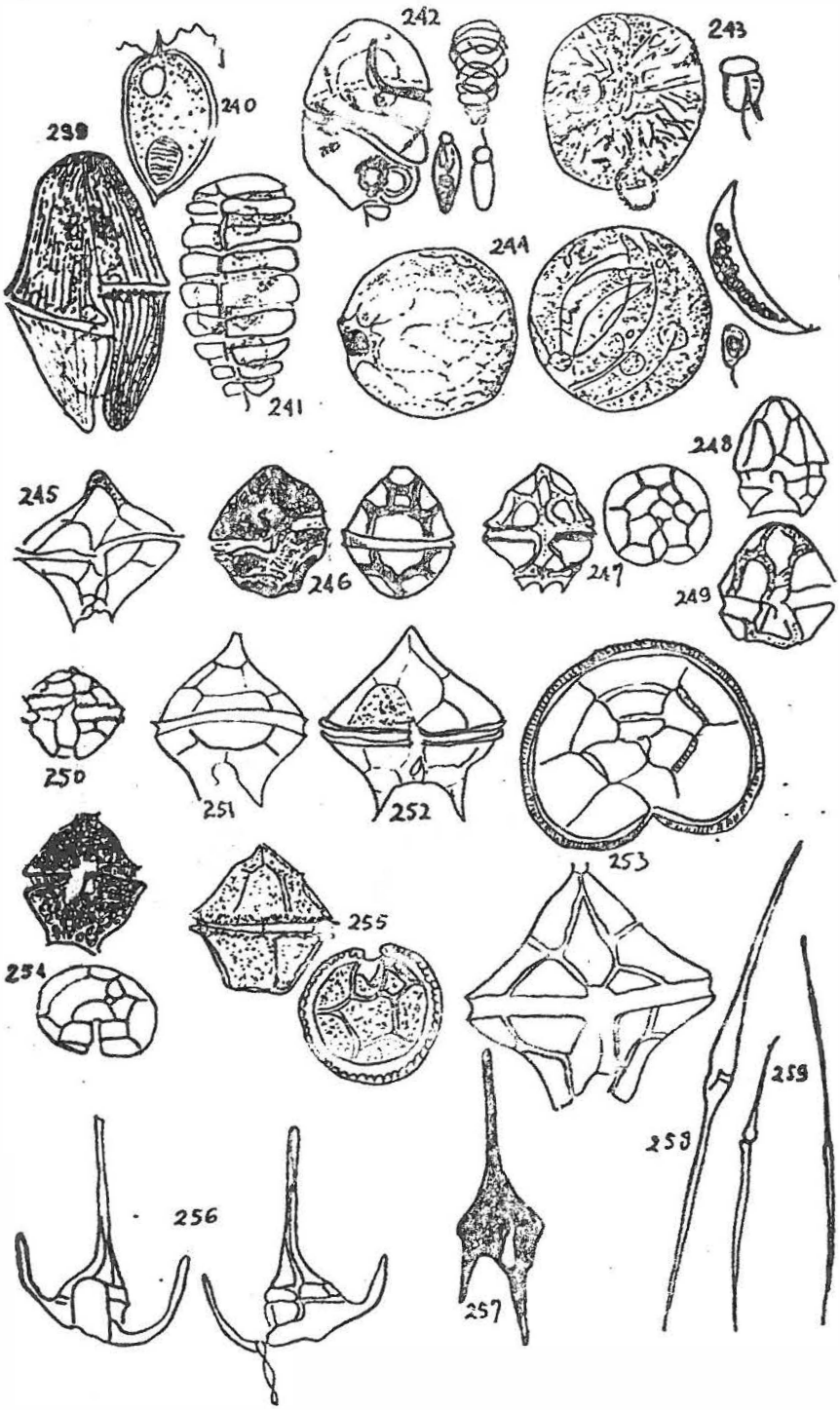

170
171
172
174
178
179
173
177
175
176

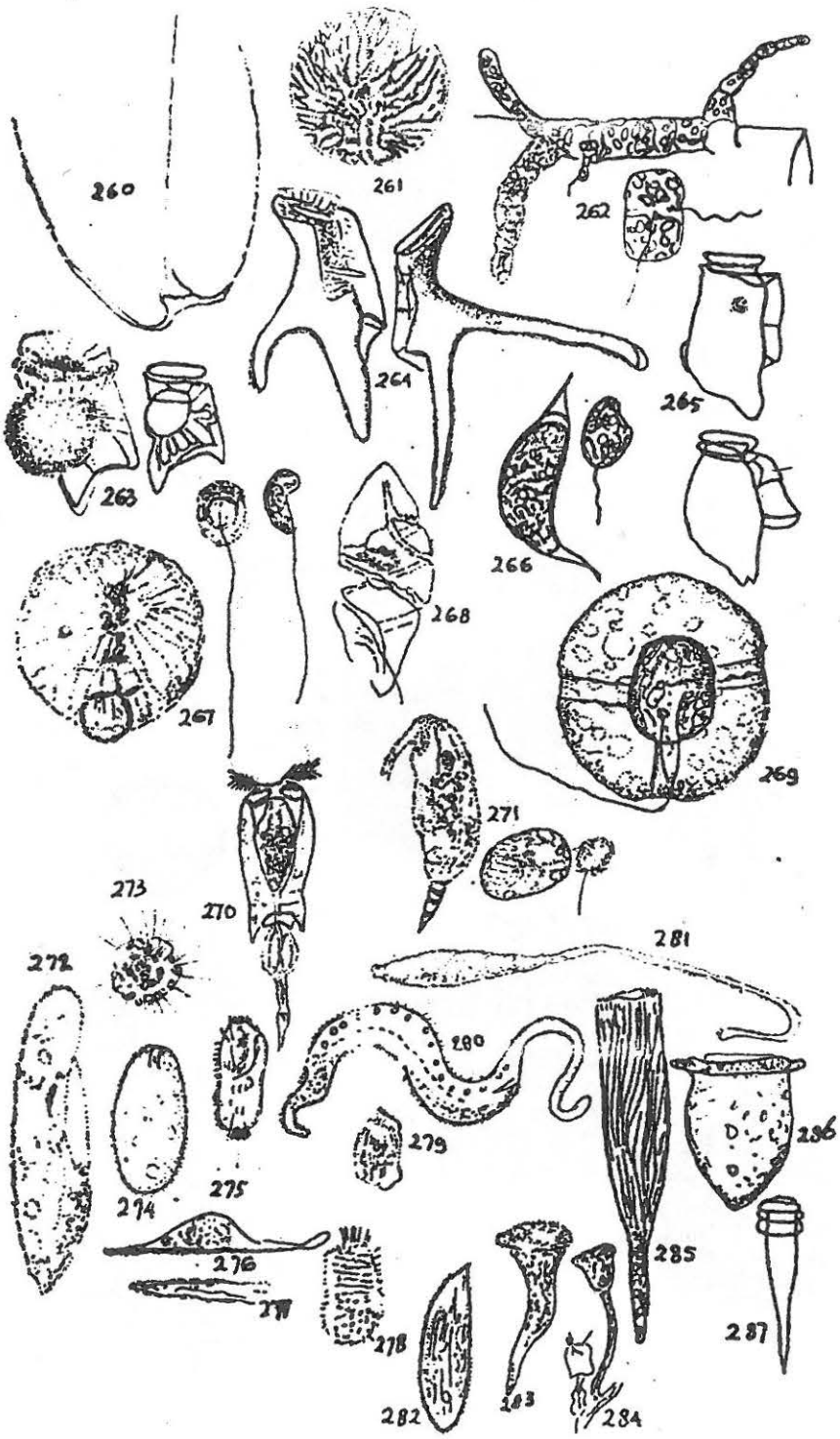

180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190

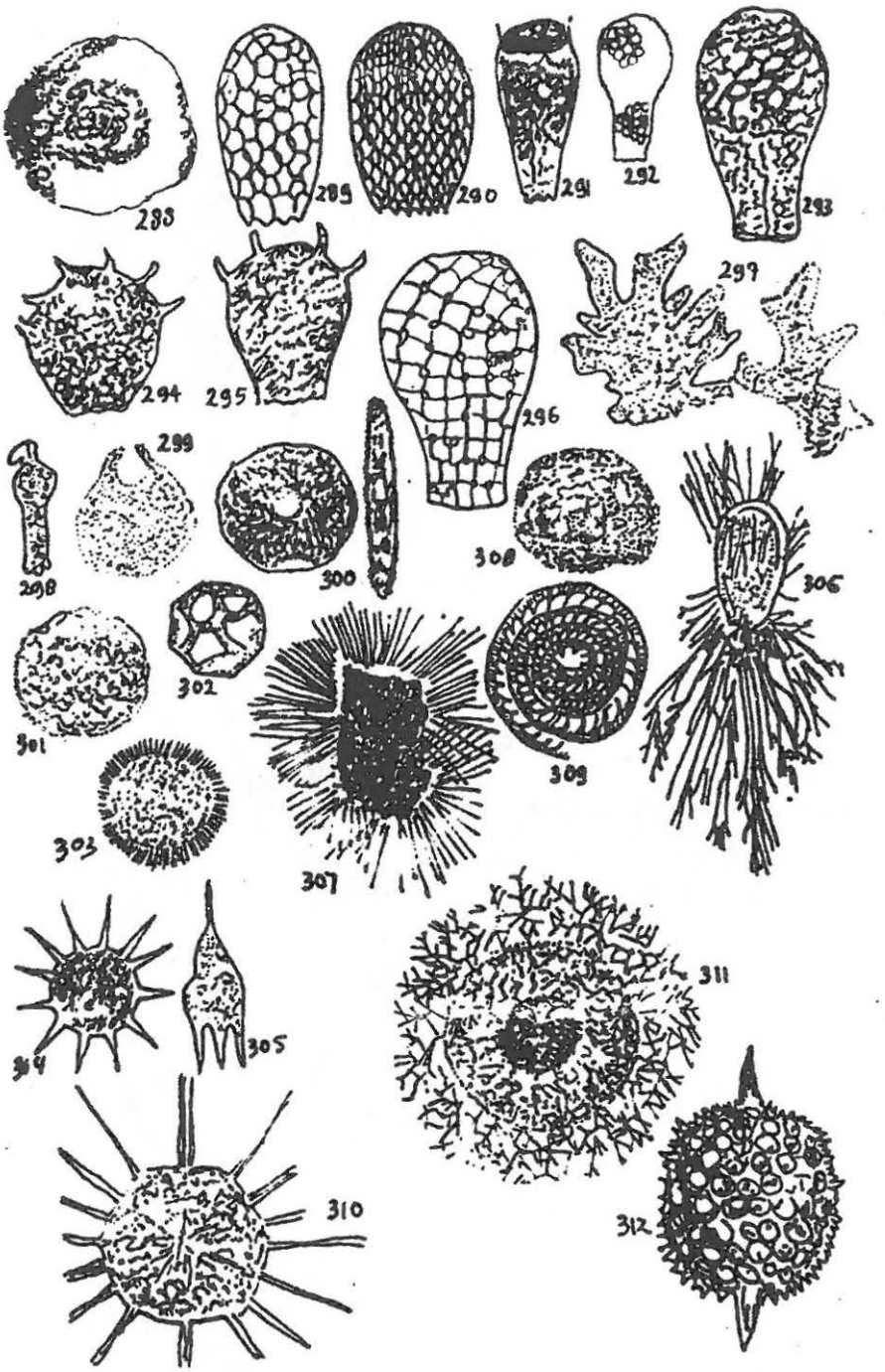

191
192
197
198
194
195
196
200
201
202
203
204

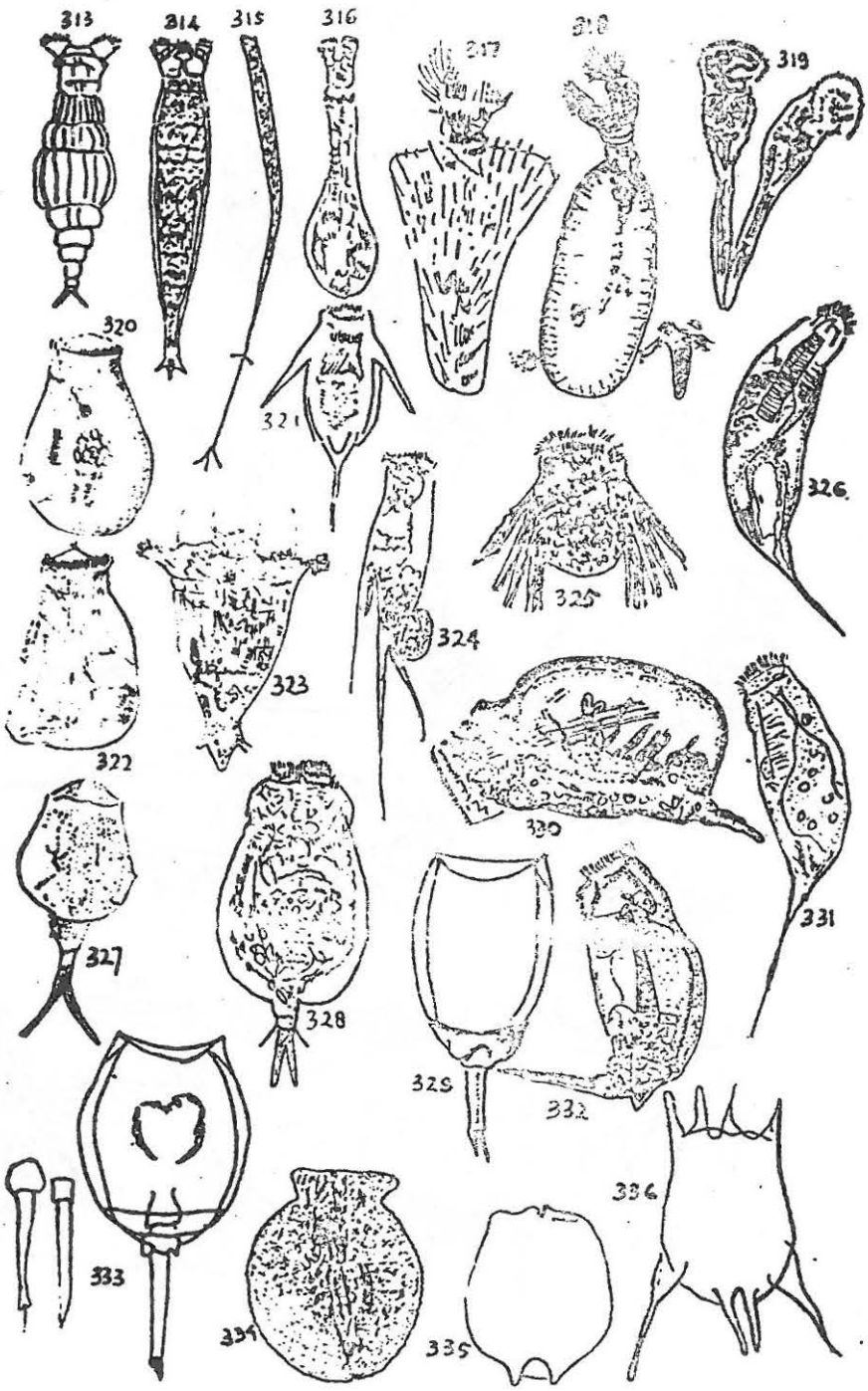

205
207
206
214
208
212
209
210
213
211

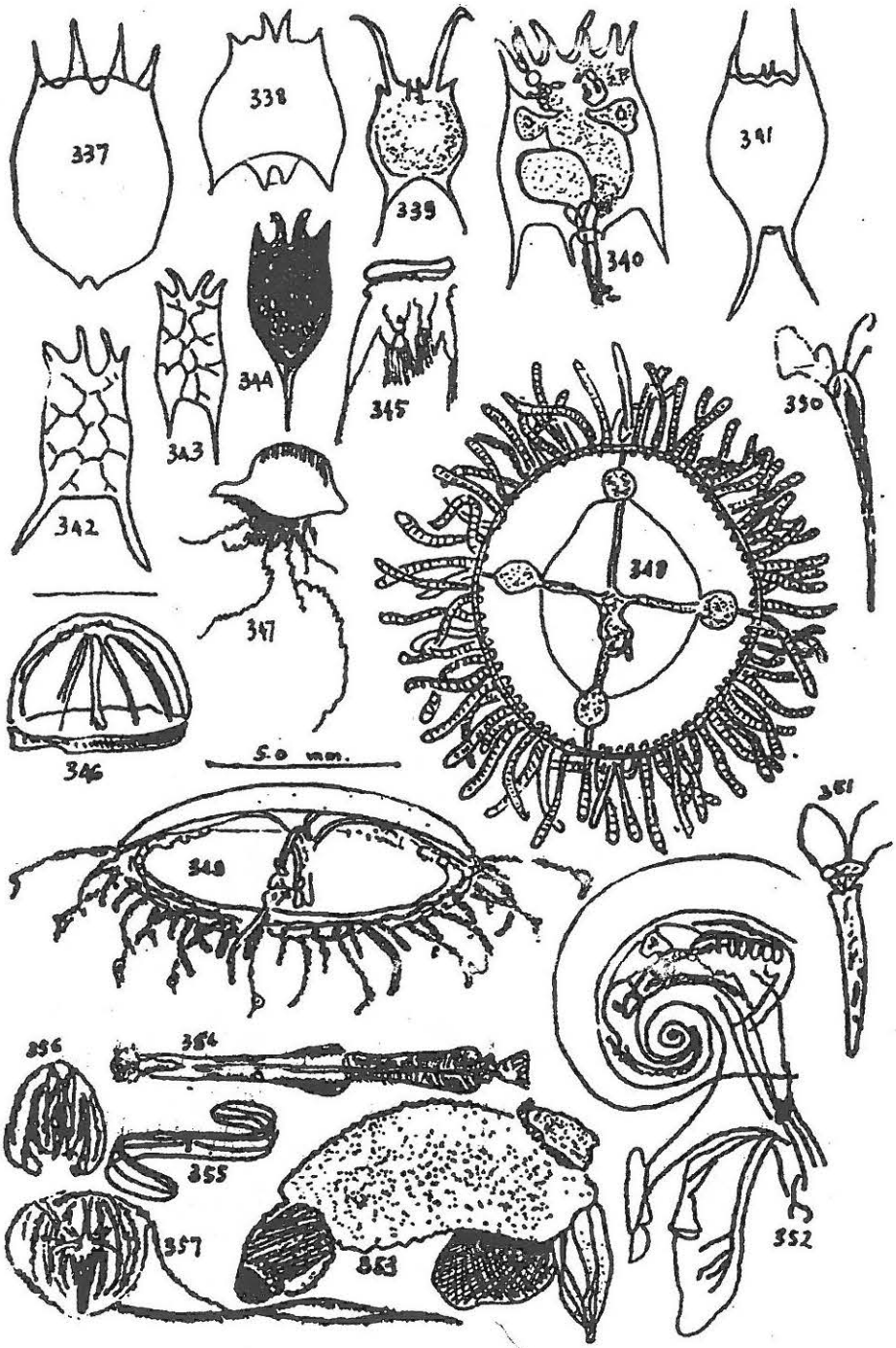

215
216
217
218
219
220
221
222
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238


239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259

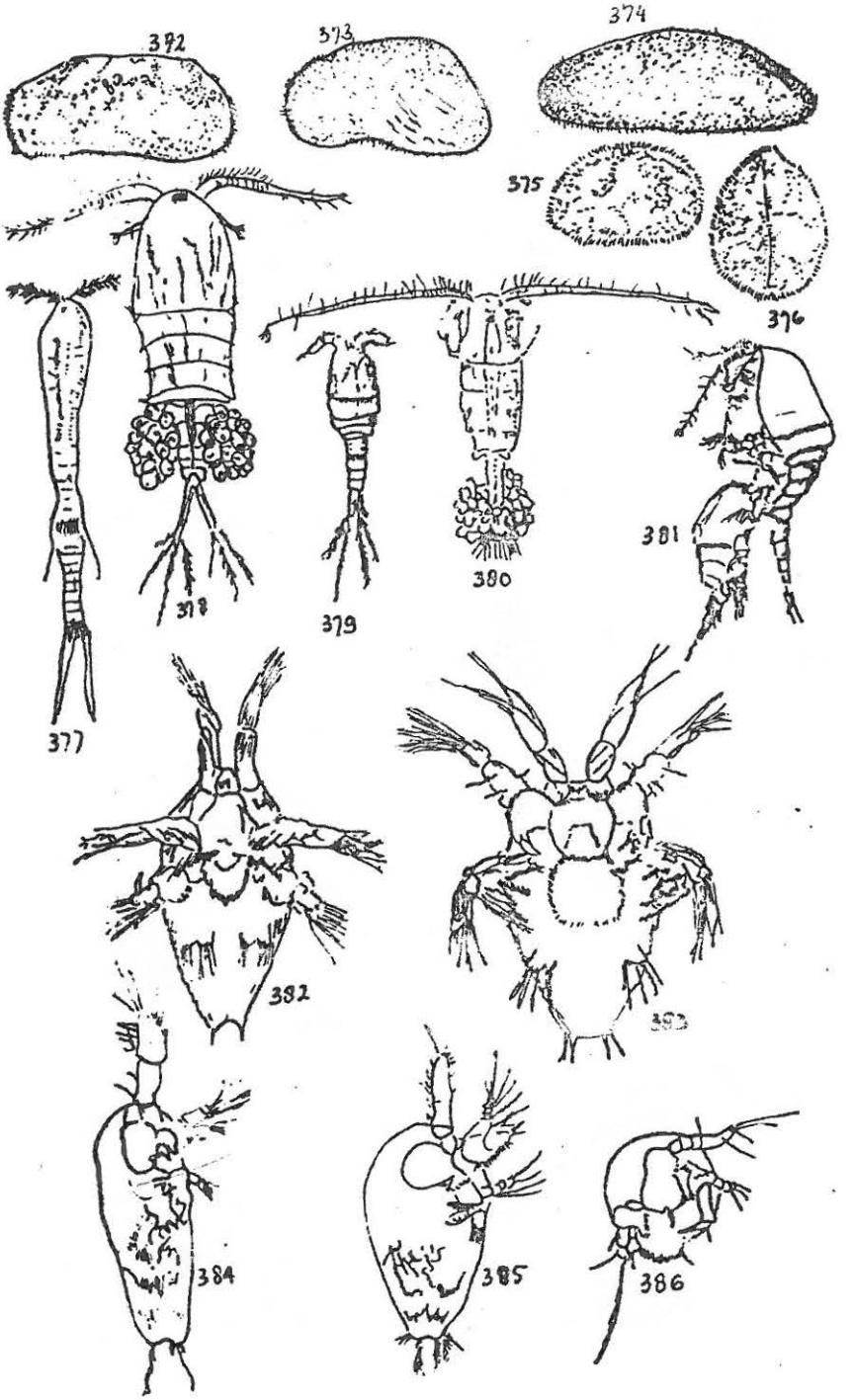

260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287

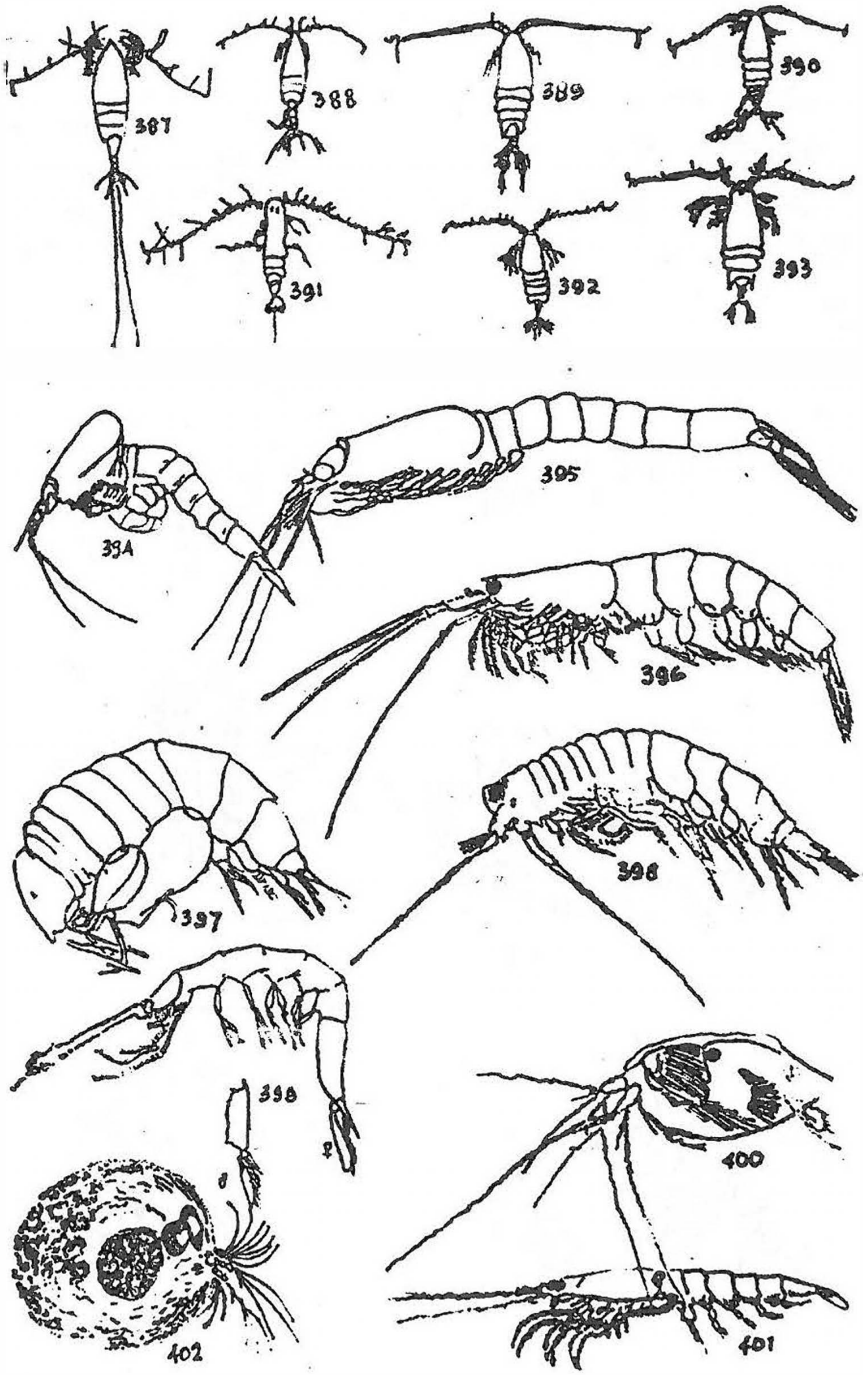

288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312

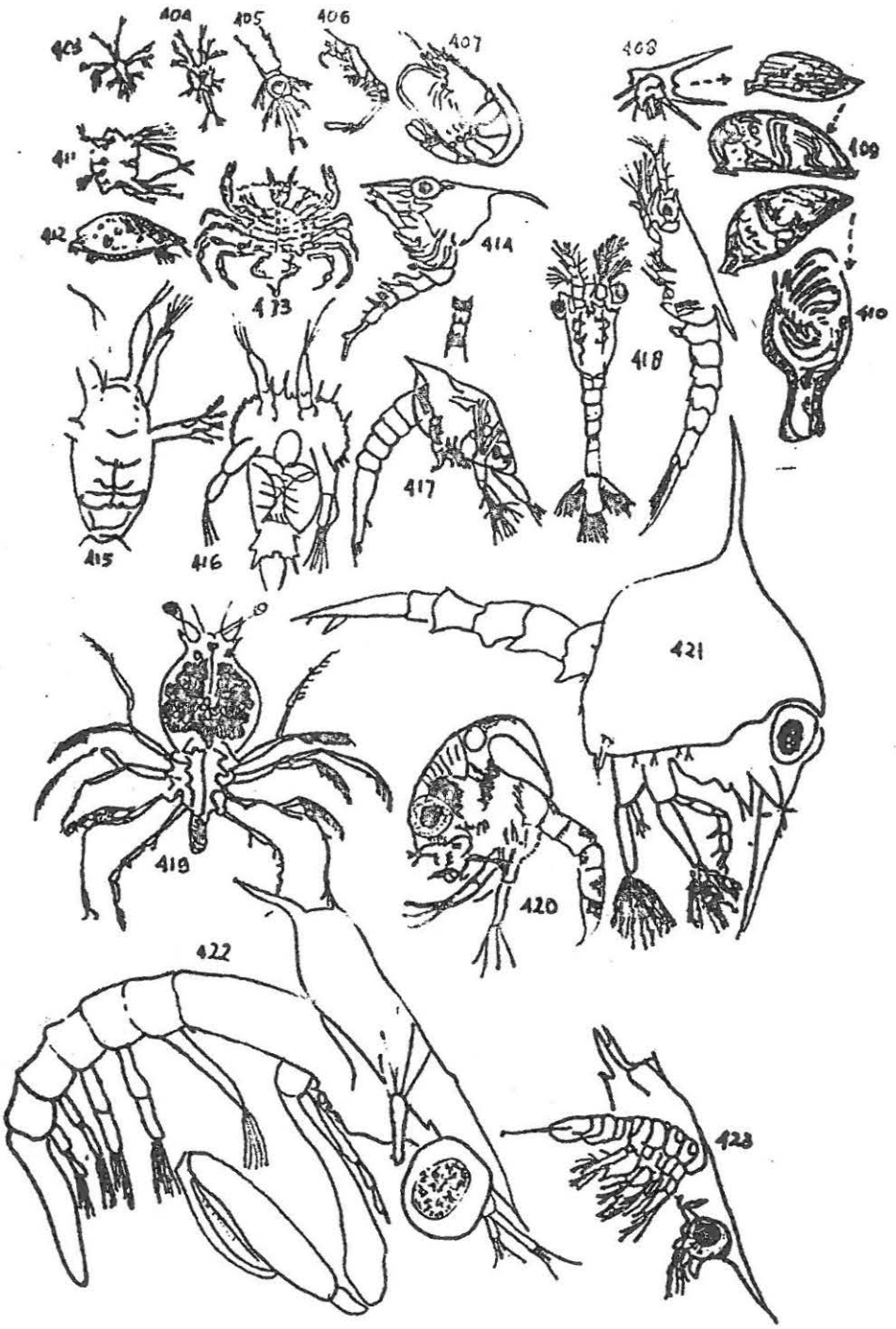

313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336

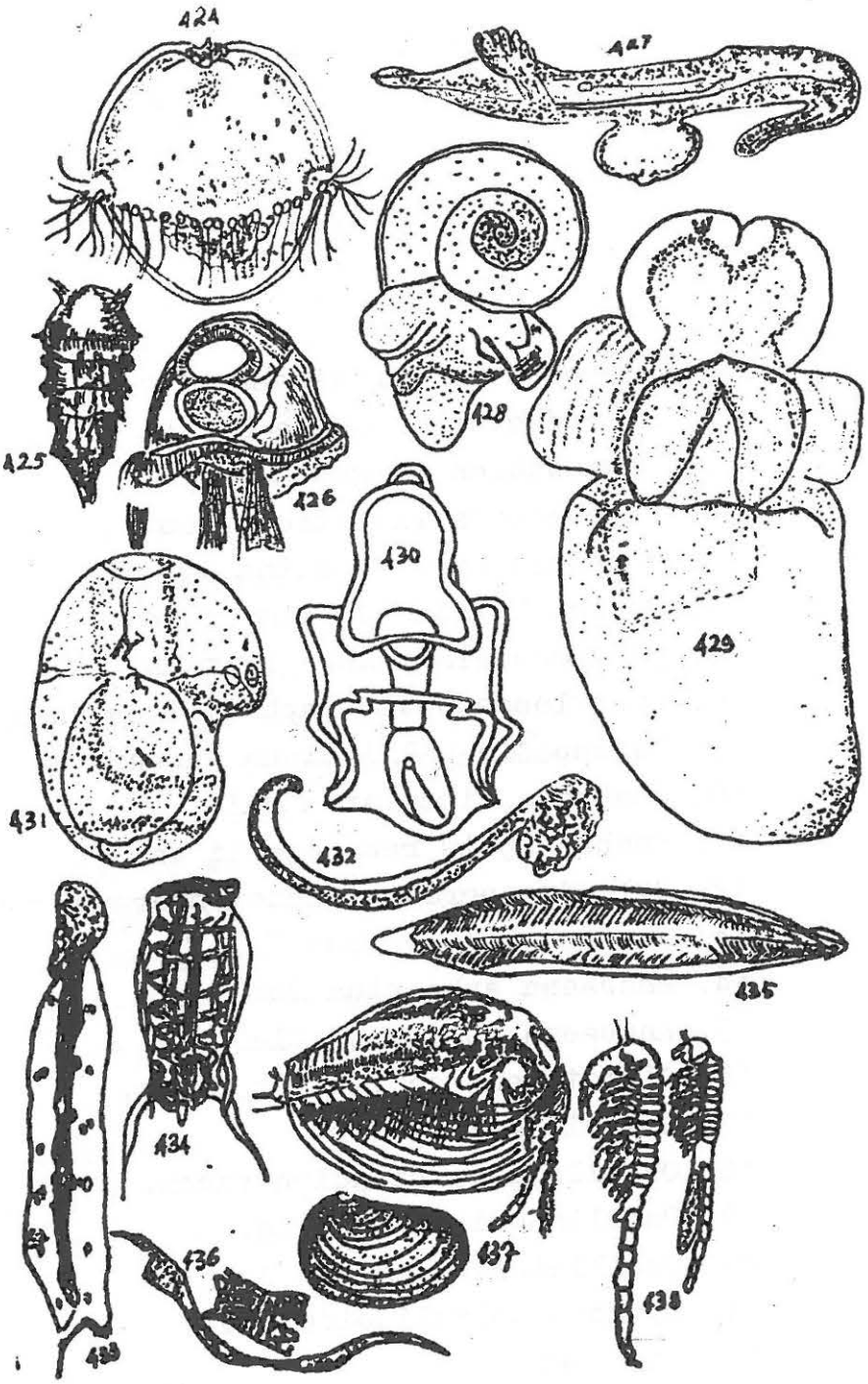

337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
5.0 mm.

358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
369
371
368


372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
384
385
386


387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402


403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423


424
427
425
426
428
429
430
431
432
435
434
436
437
438
439

DAFTAR NAMA PLANKTON
(keterangan gambar)

FITOPLANKTON

CYANOPHYTA

1. Microcystus airuginosa Kutz.
2. Microcystus flosaqua Kirch.
3. Aphanotheca stagnina A.Br.
4. Chroococcus limneticus Lemm.
5. Gomphosphaeria aponina Kg.
6. Coelosphaerium dubium Gronow.
7. Merismopedia minuta Fritsch.
8. Dactyloccocopsis raphidioides Hansg.
9. Tetrapedia wallichiana Turner.
10. Anabaena circularis Wal.
11. Anabaenopsis raciborskii Wal.
12. Cylindrospermum trichotospermum Fremy.
13. Nostoc planctonicum P. & T.
14. Anabaena sphaerica Born.
15. Anabaena spiroides Klebahn.
16. Gloeotricha echinulata Smith.
17. Spirulina spp.
18. Oscillatoria principa Vauch.
19. Oscillatoria sancta Kg.
20. Oscillatoria limnosa Ag.
21. Lyngbya spirulinoides Gom.
22. Calothrix.
23. Tolypothrix.
24. Gloeotricha sp. (koloni)
25. Trichodesmium erythreum.
26. Anabaena hallensis Born.(heterocyst dengan spor

CHLOROPHYTA

27. Chlamydomonas gloeocystiformis Dill.
28. Lagerheimia chodati Bernard.
29. Treubaria triappendiculata Bernard.
30. Oocystus naegelii.
31. Richteriella botryoides Lemm.
32. Schroederia setigera Lemm.
33. Raphidium polymorphum Kutz.
34. Kircheneriella lunaris Moeb.
35. Actinastrum hantzschii var javanicum.
36. Scenedesmus quadricauda Breb.
37. Scenedesmus obliquus Kutz.
38. Polyedrium lobulatum Naeg.
39. Polyedrium trigonum Naeg.
40. Gloeocystus vesiculosa Naeg.
41. Sphaerocystus schroeteri Chod.
42. Pandorina morum Bory.
43. Eudorina wallichii Turner.
44. Scenedesmus hystrix Schroeder.
45. Dictosphaerium pulchellum Wolle.
46. Dimorphococcus lunatus A.Br.
47. Pediastrum duplex Meyer.
48. Coelastrum cubicum Naeg.
49. Hairotina reticulata Dang.
50. Sorastrum indicus Bernard.
51. Characium longiceps Rab.
52. Volvox sp.
53. Platydorina sp.
54. Pleudorina sp.
55. Selenastrum sp.
56. Hydrodiction reticulatum.
57. Ankistrodesmus sp.
58. Chlorella sp.
59. Tetrapedia sp.

60. Spirogyra sp.(konyugasi)
61. Golenkinia sp.

DIATOMAE AIR-TAWAR

62. Melosira salina.
63. Cyclotella operculata.
64. Tabellaria flocculosa.
65. Tabellaria fenestrata.
66. Denticula tenuis.
67. Eunotia ehrenbergii.
68. Eunotia tetrodon.
69. Amphiphora ornata.
70. Amphiphora paludosa.
71. Navicula brachysira.
72. Navicula platystoma.
73. Navicula insuta.
74. Pinnularia legumen.
75. Diatoma vulgare.
76. Fragillaria sp.
77. Fragillaria harrisoni.
78. Synedra ulna.
79. Synedra acus.
80. Asterionella gracillina.
81. Pinnularia tabellaria.
82. Gyrosygma acuminata.
83. Gyrosygma Kuetingii.
84. Plurosygma delicatum.
85. Cymbella halvetica.
86. Cymbella tumida.
87. Gomphonema apicatum.
88. Gomphonema lancelatum.
89. Nitzschia vermicularis.
90. N. curvula.
91. N. closterium.

92. Stauroneis parvulum.
93. Stauroneis acutum.
94. Amphora ovalis.
95. Amphora commutata.
96. Mastogloia lanceolata.
97. M. elliptica.
98. Cocconeus pediculus.
99. C. placentula.
100. Achnanthes brevipes.
101. Epithemia argus.
102. Rhopaloidea gibba.
103. Cymatopleura solea.
104. C. elliptica.
105. Surirella ovalis.
106. S. biseriata.
107. S. spiralis.
108. Asterionella formosa.

DIATOMAE LAUT

109. Skeletonema costatum.
110. Stephanopyxis palmeriana.
111. Planktoniella sol.
112. Lauderia annulata.
113. Asteromorphalus cleveanus.
114. Corethron criophilum.
115. Rhizosolenia cylindrus.
116. R. clevei.
117. R. styliformis (simbion: Nostoc).
118. R. alata.
119. Bacteriastrum delicatulum.
120 B. varians.
121. Chaetoceros peruvianum.
122. C. lorenzianum.
123. C. leave.

124. Chaetoceros pseudocurvisetum.
125. Eucampia zoodiacus.
126. Chlimacodium.
127. Dytillum sol.
128. Biddulphia mobiliensis.
129. B. sinensis.
130. B. heteroceros.
131. Hemiaulus sp.
132. H. indicus.
133. Hemidiscus hardmanianus.
134. Hemidiscus sp.
135. Licmophora lyngbyei.
136. Thalassiothrix sp.
137. Asterionella japanica.
138. Navicula elliptica.
139. Pleurosygma naviculaceum.
140. P. angulatum.
141. P. compacta.
142. Amphiphora gigantea var sulcata.
143. Bacillaria paradoxa.
144. Nitzschia closterium.
145. N. seriata.
146. N. lorenziana.
147. Surirella fluminensis.

DESMIDIACAE

148. Spirotaemia condensata.
149. Cylindrocystis brebissonii Menegh.
150. Netrium digitus Ehrbg.
151. Gonatozygon aculeatum Gronbl.
152. G. monotenium De Bary.
153. Denium cylindrus Breb.
154. D. spirotriolatum Barker.
155. Closterium kuetzingii.

156. Closterium validum West.& West.
157. C. porectum Nordst.
158. Pleurotaenium undulatum.
159. P. nodosum.
160. P. kayi Rab.
161. P. ovatum Nordst.
162. Tetmemorus leavis Ralfs.
163. Triploceros gracile Bail.
164. T. gracile Bail var undulatum.
165. Ichtyocercus longispinus Krieg.
166. Ichtyodontum sachlanii Scott & Prescott.
167. Ichtyodontum var parorthium Scott & Prescott.
168. Dichotypical cell.
169. Euastrum sinosum Lenorm.
170. E. longicolle Nordst.
171. E. spinulosum Delp.
172. E. flammeun Josh.
173. E. moubii Scott & Prescott.
174. Micrasterias ceratophora Josh.
175. M. lux Josh.
176. M. anomale Turner.
177. M. torrey Bail var doveri Krieg.
178. M. foliacae Bail.
179. M. mahabulesh warensis Hobs.
180. Cosmarium askensii Schm.
181. C. cucurbitinum Lutkem.
182. C. pseudoconatum Nordst.
183. Micrasterias crux melitensis Ralfs.
184. Cosmarium auriculatum Reinsch.
185. Cosmarium sp.(zigota)
186. Arthrodesmus curvatus Turner.
187. A. convergens Ehrbg.
188. A. sachlanii Scott & Prescott.
189. A. arcuatus Josh.

190. Xanthidium superbum Elfv.
191. X. sansibarense Hier.
192. X. antilopeum Kutz.
193. X. subtrilobum West. & West.
194. X. armatum Rab.
195. Staurastrum formosum Born.
196. S. sexangulare Lund.
197. S. tauphorum West.& West.
198. S. tohopekaligense Wolle.
199. S. saltans Scott & Prescott.
200. Sphaerozosma granulatum Roy & Biss.
201. Spondylosum planum West. & West.
202. S. niteus Arch.
203. Onychonema leave Nordst.
204. O. leave var microcanthum Nordst.
205. Hyalotheca undulata Gronbl.
206. H. dissiliensis Breb.
207. Gronbladia inflata Scott & Gronbl.
208. G. neglecta Teiling.
209. Bambusina brebissonii Kutz.
210. Bambusina var gracilescens.
211. Desmidium baileyi.
212. D. bengalien Turner.
213. Streptonema trilobatum Wall.
214. Phymatodosis irregularis Schm.

EUGLENOPHYTA

215. Euglena acus Ehrbg.
216. E. spirogyra Ehrbg.
217. E. oxyuris Ehrbg.
218. E. viridis Ehrbg.
219. Phacus pleuronectus O.F.M.
220. P. longicauda Ehrbg.
221. P. anomale Fritsch.

222. Leposinelis ovum Lemm.
223. Heteronema acus Ehrbg.
224. Astasia klebsii.
225. Euglena haematodes Ehrbg.
226. Trachelomonas sp.
227. Trachelomonas sp.

XANTHOPHYCAE

228. Chlooramoeba heteromorpha.
229. Botrydiopsis arrhiza Borzi.
230. Botryococcus braunii Kutz.
231. Pseudotetraodon neclectum Pascher.
232. Centritractus belonophorus Lemm.

CHRYSOPHYJAE

233. Coccolithus pelagicus Schill.
234. Hymenomonas roseola Stein.
235. Ophiocytium cochleare Borge.
236. Synura uvella Ehrbg.
237. Chrysamoeba radians Klebs.
238. Prymenesium althaus Mossart.

PYRROPHYTA

239. Gymnodinium costatum.
240. Prorocentrum micans.
241. Polykros schwartzii.
242. Nematodium armatum (dengan nematocyst).
243. Noctiluca scintillans (dengan zoospora).
244. Dessodinium lunula (dengan sporanya).
245. Peridinium crassipes.
246. P. gutwinskii.
247. P. beliense.
248. P. inconspicum var excavatum.

249. Peridinium inconspicum Woloszinska.
250. P. globulus.
251. P. granii f. mite.
252. P. granii.
253. P. crassipes.
254. Gonyaulax xanthenella.
255. G. polyedra.
256. Ceratium tripos.
257. C. hirudinella.
258. C. fusus.
259. C. extensum.
260. C. carriense.
261. Pyrrocystis pseudonoctiluca.
262. Dinoclonium (dengan zoospora).
263. Ornithoceros heteroporus.
264. Dinophysis miles.
265. D. caudata.
266. Cystodinium (dengan zoospora).
267. Noctiluca milliaris (dengan zoospora).
268. Warnowia fusus.
269. 'Diagram' Dinoflagellata.
270. Blastodinium dalam Copepoda: Corycaeus venustus
271. Blastodinium dalam Paracalanus, dengan sporocys dan dinospora.

ZOOPLANKTON

CILIATA

272. Paramaecium sp.
273. Actinophrys sp.(=Rhizopoda)
274. Frontania sp.
275. Stylonichia sp.
276. Lionotus sp.
277. Amphileptus sp.

278. Coleps sp.
279. Colpodium sp.
280. Dileptus sp.
281. Lacrymaria sp.
282. Loxodes sp.
283. Stentor sp.
284. Vorticella sp.
285. Rabdonella lohmanni (Tintinnidae).
286. Stenosemella expansa.
287. Xystonellopsis abbreviata.

RHIZOPODA

288. Trigonophyxis arcula.
289. Euglypha rotunda.
290. Euglypha sp.
291. E. acanthophora.
292. Hebelia tubulata.
293. H. cartosi.
294. Difflugia caudata.
295. D. caudata forma.
296. Quadrula scutellata.
297. Amoeba proteus.
298. Difflugia sp.
299. Leguersia sp.
300. Arcella discoides.
301. Arcella sp.
302. Arcella sp.
303. Heliospora (Radiolaria).
304. Trichodiscus sp.
305. Podocystis.
306. Allogromia sp.(Foraminifera).
307. Globigerina bulloides (F.).
308. Rotaria beccari (F.).
309. Nummulites sp.(F.).

310. Tessaraspis arachnoides (Radiolaria).
311. Thalassozanthium cervicornis (R.).
312. Stylosphaera melporeus (R.).

ROTATORIA

313. Phylodina macrostyla.
314. Rotifer citrinus.
315. R. neptunius.
316. Callidina anguticollis.
317. Floscularia (simbiosis dengan Gloeotricha).
318. F. mutabilis.
319. Conochilus volvox.
320. Asplanchna herrichi.
321. Triarthra brachiata.
322. Asplanchna brightwellii.
323. Synchaeta kitina.
324. Tetramastix apoliensis.
325. Polyarthra platyptera.
326. Diurella tenuis.
327. Dinocharis intermedia.
328. Euchlanis dilatata.
329. Cathypna ungulata.
330. Triphylus lacustris.
331. Rattulus rattus.
332. Cathypna ungulata (lateral).
333. Monostyla lunaris.
334. Pterodina patina.
335. Brachionus angularis.
336. B. calciflorus.
337. B. pala.
338. B. bakeri.
339. B. falcatis.
340. Noteus militaris.
341. Schizocerca diversicornis.

342. Keratella aculeata.
343. K.aculeata var valga.
344. K. cochlearis.
345. Pedalion mirum.

COELENTERATA

346. Homoconema typicum.
347. Physalia pelagica.
348. Obelia spec.(air-tawar)
349. Cubaria aphrodite.

MOLLUSCA

350. Clio acicula (Pteropoda).
351. Creseis virgula.
352. Atlanta peronii.
353. Carinaria mediterranea.

CHAETOGNATHA

354. Sagitta sp.

CTENOPHORA

355. Cestum sp.
356. Mnemiopsis sp.
357. Pleurobranchia sp.

ENTOMOSTRACA

358. Diaphanosoma brachyura (Cladocera).
359. Moina dubia.
360. Simocephalus vetulus.
361. Ceriodaphnia quadrangula.
362. Sida crystallina.
363. Chydorus ovalis.
364. Ephippium dari Daphnia magna.

365. Daphnia longispina.
366. Macrothrix hirsuticornis.
367. Bosmina longirostris.
368. Alona rectangula.
369. Diaphanosoma brachyura.
370. Calocalanus (Copepoda) dengan extremitas panjang agar tidak mudah tenggelam.
371. Cypris candida (Ostracoda) setelah dibuka carapax-nya.
372. C. reptaus.
373. Candona candida.
374. Herpetocypris fusciata.
375. Cypridopsis vidua (lateral).
376. Cypridopsis vidua (dorsal).
377. Canthocamptus, sedang kopulasi.
378. Cyclops strenuus (Copepoda).
379. C. fimbriatus.
380. Diaptomus wierzejskii.
381. Cyclops fuscus, sedang kopulasi.
382. Diaptomus gracilis (nauplius).
383. Cyclops strenuus (nauplius).
384. Diaptomus vulgaris (nauplius).
385. Cyclops strenuus (metanauplius).
386. Canthocamptus staphylinus (nauplius).
387. Euchaeta concinna (betina).
388. Euchaeta concinna (jantan).
389. Undinula (Calanus) vulgaris (betina).
390. Undinula (Calanus) vulgaris (jantan).
391. Eucalanus subcrassus.
392. Condacia bradye.
393. Labidocera acuta.
394. Anchialina typica.
395. Hemisinella parva.
396. Pseudeuphausia latiferons.

397. Paracelcus edwardsii.
398. Synopia ultramarina.
399. Lucifer intermedius.
400. Pyrrocypris nataus.
401. Euphausia superba.
402. Giganto cypris.

MEROPLANKTON

403. Nauplius dari Penaeus
404. Protozoa (metanauplius).
405. Zoea-stadium.
406. Mysis-stadium.
407. Juvenile (postlarva).
408. Nauplius, lepas dari Cirripedia.
409. Cypris-stadium.
410. Lepas (dewasa).
411. Nauplius dari Sacculina.
412. Cypris-stadium.
413. Brachyura dengan Sacculina.
414. Zoea dari Portunus pelagicus
415. Nauplius dari Euphausia brevis.
416. Metanauplius dari E. brevis.
417. Zoea-stadium dari E. brevis.
418. Mysis-stadium dari. E. brevis.
419. Larva dari Panulirus (lobster).
420. Prezoea dari Brachyura (Decapoda).
421. Zoea dari Brachyura.
422. Pseudozoea dari Stomatopoda (Squilla)
423. Zoea-stadium dari Squilla sp.
424. Trochophore dari Phyllodoca gronlandica (Annelida).
425. Larva Annelida (Ophiotricha sp.)
426. Larva Myriochela sp.

427. Larva Pterotrachea sp. (Mollusca)
428. Spiratella (Limacina)(Mollusca).
429. Clione kinkaidi (Mollusca).
430. Larva Balanoglossus clavigerus (Enteropneusta).
431. Bipinnaria metschnik koffii (Asteroidea).
432. Oikopleura sp.(Urochordata)
433. Appendicularia sicula (Urochordata).
434. Salpa democtractica.
435. Leptocephalus (larva Anguillidae).
436. Anguillula sp.(Nematoda)
437. Lemmadia lenticularis (Conchostraca) dengan shell-nya.
438. Streptocephalus javanicus Brehm. (Anostraca), jantan dan betina.